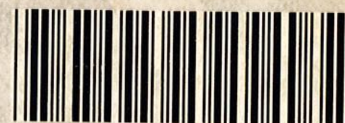
INRA

Agriculture
Alimentation
Environnement

N°12 - FÉVRIER 2010 magazine

DOSSIER

Pour une agriculture compétitive plus économe en pesticides



RECHERCHE

Oméga 3 : le régime des Français s'améliore

REPORTAGE

Dans la biodiversité guyanaise

HORIZONS

Orientations 2010-2014 : le débat est ouvert

sommaire

Chers lecteurs

L'Inra construit son avenir... avec vous. C'est la première fois qu'un organisme de recherche français ouvre un blog de consultation sur ses nouvelles priorités de recherche. Jusqu'à la mi-avril, vous pourrez y entendre les trois directeurs scientifiques des secteurs Alimentation, Agriculture et Environnement s'exprimer sur les sept priorités scientifiques envisagées et vous pourrez donner votre avis sur leurs analyses. Les fruits de cette large consultation viendront enrichir la construction des orientations de l'Inra pour la période 2010-2014.

Développer des systèmes de culture compétitifs tout en préservant l'environnement fait partie des priorités de l'Institut depuis plusieurs années. Le dossier de ce numéro en aborde une facette en s'interrogeant sur les possibilités de réduction des pesticides en agriculture. Un thème en résonnance avec celui que l'Institut développe au Salon international de l'agriculture, à savoir l'exploration des synergies entre agriculture et biodiversité.

La gestion de la biodiversité, c'est la problématique centrale dans notre grand reportage réalisé en Guyane, au sein d'une équipe mixte associant AgroParisTech, le Cirad, le Cnrs, l'Inra et l'Université Antilles-Guyane. On y apprend que la forêt amazonienne n'est pas l'espace vierge que l'on croit, mais était déjà exploitée par les peuples amérindiens. Maintenant, son avenir dépendra d'un équilibre à trouver entre les enjeux écologiques et les besoins d'une population locale en extension.

La rédaction



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147 rue de l'Université • 75338 Paris Cedex 07
www.inra.fr

Directrice de la publication : Marion Guillou. **Directeur éditorial** : Jean-François Launay. **Directeur de la rédaction** : Antoine Besse. **Rédactrice en chef** : Pascale Mollier. **Rédaction** : Géraud Chabriat, Armelle Favery, Evelyne Lhoste, Laurent Cario, Catherine Donnars, Brigitte Cauvin. **Photothèque** : Jean-Marie Bossennec, Julien Lanson, Christophe Maître. **Couverture** : Claire Scully. **Maquette** : Patricia Perrot. **Conception initiale** : Citizen Press - www.citizen-press.fr. **Impression** : Imprimerie Champagnac. Imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement. **Dépôt légal** : février 2010.

Renseignements et abonnement : inramagazine@paris.inra.fr

reflexnature



ISSN : 1958-3923



© Frédéric Stucin / MYOP

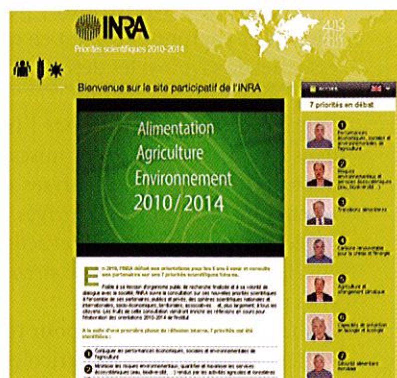
Orientations 2010-2014 : le débat est ouvert

En 2010, l'Inra définit ses priorités de recherche pour les cinq ans à venir. Initiative inédite en France, l'Institut décide de consulter, au-delà de ses personnels et partenaires, les citoyens intéressés par les enjeux de recherche *via* un blog dédié.

A l'occasion de la cérémonie des vœux qui s'est tenue le 13 janvier à Paris, Marion Guillou a dévoilé les sept priorités scientifiques que l'Inra propose pour les cinq années à venir (cf encadré). Autant de grands sujets qui avaient fait l'objet d'une première phase de réflexion interne, conduite au plus près des centres et départements de l'Institut au cours du second semestre 2009.

Fidèle à sa mission d'organisme public de recherche finalisée et à sa volonté de dialogue avec la société, l'Inra ouvre la consultation sur ses nouvelles priorités scientifiques à l'ensemble de ses partenaires, publics et privés, issus des sphères scientifiques nationales et internationales, socio-économiques, territoriales, associatives… et, plus largement, à tous les citoyens, par l'entremise du blog www.inra2014.info, complété par une version en langue anglaise. C'est une première pour un institut de recherche français. L'objectif est

Les sept priorités de recherches de l'Inra en discussion



- Conjuguer les performances économiques, sociales et environnementales de l'agriculture
- Minimiser les risques environnementaux, quantifier et maximiser les services écosystémiques (eau, biodiversité, …) rendus par les activités agricoles et forestières
- Mieux connaître les transitions alimentaires et leurs effets
- Développer et valoriser le carbone renouvelable pour la chimie et l'énergie
- Adapter l'agriculture au changement climatique et réduire sa contribution à l'effet de serre
- Renforcer les capacités de prédiction en biologie et en écologie
- Rechercher les cohérences systémiques et territoriales pour la sécurité alimentaire mondiale

d'accueillir réactions, idées, précisions sur les priorités choisies afin d'en faire évoluer les contours. Les premières contributions reçues montrent un fort intérêt tant pour cette démarche participative que pour le fond scientifique. Preuve, si besoin il en était, que les problématiques abordées par les recherches en agronomie sont largement partagées par tous. Ce site accueille les contributions jusqu'à la mi-avril. Celles-ci permettront de nourrir la réflexion avant de finaliser les orientations 2010-2014.

Une consultation interne en parallèle

Le dialogue bat parallèlement son plein en interne. Depuis le 11 février, la direction générale de l'Institut a lancé un cycle de rencontres avec les personnels dans les centres Inra, partout en France. Ces rencontres se dérouleront jusqu'au mois d'avril 2010. Le 4 mars 2010, un atelier de discussion avec les partenaires socio-économiques est organisé à l'occasion du Salon international de l'agriculture, où seront notamment discutées les contributions déposées sur www.inra2014.info.

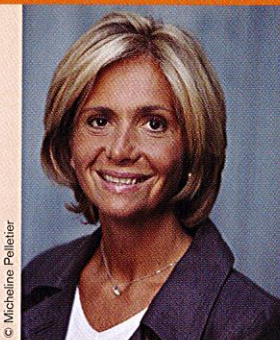
Le fruit de cette concertation permettra de répondre à des questions de recherche structurantes pour l'avenir de l'agronomie. Il est en effet essentiel de savoir si les défis d'ordre économique, social, environnemental et scientifique identifiés par l'Inra dans chacune des priorités mises en débat répondent aux analyses des acteurs institutionnels et privés. Le cas échéant, les partenariats et actions envisageables pourront être circonscrits plus efficacement.

A l'heure où l'Inra évolue pour relever les défis alimentaires, agricoles et environnementaux mondiaux, les contributions de tous -scientifiques, personnels d'appui, représentants des collectivités territoriales ou d'associations, élus, ou partenaires privés- sont donc essentielles. ●

Jean-François Launay

+d'infos
web :
www.inra2014.info

3 QUESTIONS À...


© Micheline Pelletier

Valérie Pécresse

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

Alors que l'Inra lance le processus de redéfinition de ses orientations scientifiques pour la période 2010-2014, quelle est votre vision de l'Institut ?

C'est d'abord la vision d'un Institut qui est - et restera - un grand opérateur de recherche dans son champ de compétences. Pour être innovant, l'Inra s'est doté d'outils lourds en biologie comme en observation de l'environnement et doit en permanence expérimenter sur le terrain, au bénéfice de tous. Les enjeux, pas seulement nationaux ou européens mais désormais mondiaux, sont ceux de la sécurité alimentaire et du développement durable et la France doit devenir un acteur majeur dans ces champs.

De plus, l'Inra doit s'inscrire dans la stratégie nationale de recherche et d'innovation, notamment à travers sa participation aux diverses alliances. J'y veillerai attentivement. Je pense en particulier à la dernière et quatrième alliance en date, Allenvi, qui après les alliances pour la santé (Aviesan), l'énergie (Ancre) et le numérique (Allistene), aura pour mission de coordonner l'ensemble des acteurs de recherche sur les problématiques scientifiques liées à l'alimentation, à l'eau, au climat et aux territoires.

L'alliance Allenvi devra aussi porter la parole de la communauté scientifique française aux niveaux européen et international.

Sur la question du développement durable, la demande en matière d'innovation croît d'année en année et je me félicite que l'Inra ait mis en place une véritable politique d'innovation et valorisation de son savoir-faire et de ses travaux.

Quelles leçons tirez- vous de la récente évaluation de l'Inra par l'AERES ?

L'AERES évalue désormais chaque année plusieurs organismes de recherche et de nombreuses universités. Elle sait adapter ses méthodes selon la mission de l'établissement étudié et composer des comités de visite pertinents.

Pour l'évaluation de l'Inra, l'AERES a mis en place un comité international de très haut niveau qui a fait une évaluation sérieuse et en profondeur de l'établissement. Cette évaluation conforte l'établissement au cœur de ses missions, en tant qu'Institut de recherche agronomique, mais elle a aussi ouvert de nombreuses pistes d'amélioration, notamment en matière de prospective scientifique. Je me réjouis que la direction de l'Inra ait d'ores et déjà engagé une réflexion pour mettre en œuvre les recommandations de l'AERES.

L'Inra a lancé une concertation publique sur ses priorités scientifiques 2010-2014. Quel regard portez-vous sur cette démarche ?

Je serai très attentive à cette démarche car elle constitue une première dans notre système de recherche et correspond à une très forte demande de la société civile. Dans le champ de la recherche agronomique, les enjeux sont cruciaux, et la question de la sécurité alimentaire pour tous, dans le cadre d'un développement durable des modes de production agricole, reste encore totalement ouverte. Ces questions nous concernent tous, chercheurs, décideurs publics, mais aussi entreprises, ONG, collectivités et bien sûr, tous les citoyens. Je souhaite que la réflexion lancée par l'Inra se fasse dans la plus grande transparence et dans un esprit de démocratie scientifique, qui caractérisent une science à l'écoute de la société.


© Great Divide Photo - Fotolia.com

Sécurité alimentaire : la nécessité d'un questionnement éthique

Depuis janvier 2008, le comité consultatif commun d'éthique pour la recherche agronomique Inra-Cirad donne des éléments de réflexion aux deux instituts pour appréhender les multiples dimensions de sujets complexes. Il a adopté son premier avis le 20 Novembre 2009, sur la sécurité alimentaire et les modèles de consommation.

L'alimentation n'est pas un bien de consommation comme un autre. Si elle permet de répondre à des besoins vitaux, et constitue un droit en tant que tel, elle est également source de liens sociaux et d'affirmation culturelle. Traiter la question de la sécurité alimentaire ne peut être dissocié d'une analyse des comportements et des valeurs des sociétés confrontées à ces difficultés. De plus, des tensions très fortes sur les ressources alimentaires, en eau et en sol renforceront les inégalités d'accès et aggraveront les effets négatifs sur les écosystèmes. Ces multiples dimensions font de la sécurité alimentaire un objet de recherche complexe qui soulève de nombreuses interrogations d'ordre éthique.

Les Présidences du Cirad et de l'Inra ont proposé à leur comité consultatif commun d'éthique de rendre un avis afin de guider leur action dans ce domaine. Sous l'égide du président Louis Schweitzer, les treize membres du comité ont d'abord défini un ensemble de principes et de valeurs sur lesquels fonder leur réflexion éthique. Le respect de la dignité humaine, la préservation de l'environnement ou le partage équitable des connaissances en sont des exemples. À l'issue d'un long débat pluridisciplinaire, l'avis du comité a pris la forme de neuf recommandations qui invitent la communauté des chercheurs à placer les questions de sécurité alimentaire et de modèles de consommation dans leurs contextes sociaux, institutionnels et environnementaux. Une recherche agronomique qui vise à assurer une sécurité alimentaire universelle et perpétuelle et qui s'interroge sur sa légitimité à intervenir sur les modèles de consommation alimentaire, voilà le fondement des réflexions proposées. À cette occasion, le comité a mis en lumière des domaines de vigilance se rapportant aux moyens mobilisés par la recherche, y compris la question des partenariats et des droits de propriété intellectuelle, les objectifs et les finalités des recherches entreprises, l'utilisation des résultats obtenus, comme leurs impacts à plus long terme.

Sur la période 2008-2009, le comité d'éthique a eu à traiter une autre question concernant la valorisation des productions agricoles, non plus à des fins alimentaires, mais aussi non alimentaires, notamment le cas des biocarburants et de leurs enjeux. Le comité publiera prochainement son avis sur le sujet. Pour 2010, le comité d'éthique devrait instruire deux nouvelles questions posées par les Présidences de l'Inra et du Cirad sur les nanotechnologies et les partenariats dans la recherche.

Géraud Chabriat

+d'infos
web :
www.inra.fr/l_institut/organisation/l_ethique/comite_d_ethique

en bref

Trois initiatives pour le climat
Outre ADAGE, atelier de réflexion prospective coordonné par l'Inra (cf page 10), l'Institut est également associé à la première communauté européenne de la connaissance et de l'innovation (KIC-climat), associant 16 organismes pour lutter et s'adapter au changement climatique. L'Inra pilote par ailleurs dans une programmation conjointe des recherches européennes sur « Agriculture, sécurité alimentaire et changement climatique ».
www.inra.fr/presse/changement_climatique_l_inra_reaffirme_son_engagement_face_a_ce_defi_majeur, décembre 2009.

Valoriser des recherches communes
L'Inserm, l'Inra et leurs filiales Inserm-Transfert et Inra-Transfert mettent en place, pour quatre ans, un dispositif bilatéral pour la protection et la valorisation économique de leurs recherches communes en science de la vie. L'une ou l'autre des filiales interviendra comme maître d'œuvre unique en fonction du domaine d'application des découvertes.
www.inra.fr/les_partenariats

Des microbes pour une aquaculture durable
L'Ifremer et l'Inra participent avec six partenaires européens au programme Promicrobe. Ce programme cherche à éclairer les relations qui existent dans l'écosystème aquacole entre le poisson, sa flore digestive, et les populations microbiennes de l'environnement afin de développer de nouveaux modes de conduite d'élevage plus respectueux de l'environnement et économiquement viables.
www.inra.fr/les_partenariats

Prix
Michel Zitt (Inra Angers-Nantes) a reçu la médaille Derek de Solla Price 2009 pour ses recherches sur les potentialités et les limites des indicateurs bibliométriques. Ce prix récompense des contributions à l'analyse quantitative des sciences.
www.inra.fr/toute_l_actu/prix_et_distinctions

L'étrange génome de *M. incognita*

Le séquençage du génome du nématode *Meloidogyne incognita*, une première concernant un parasite de plante, a fourni aux chercheurs plusieurs illustrations inédites de la variété de stratégies évolutives développées par les ravageurs des cultures.



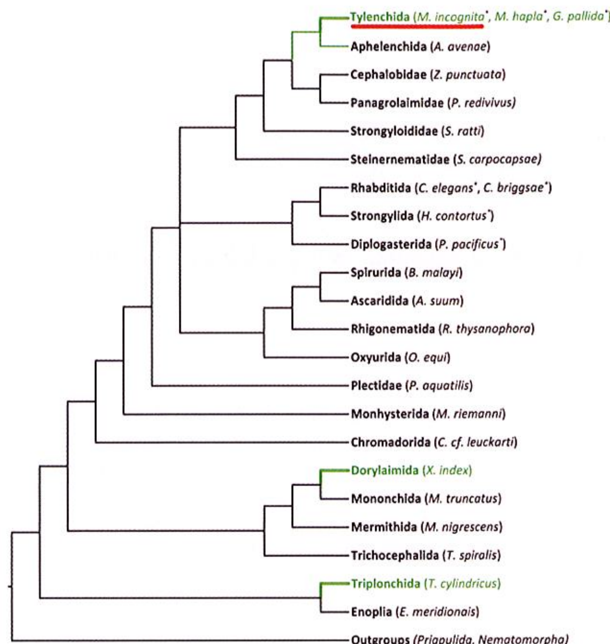
LARVE DE *M. INCOGNITA* pénétrant une radicelle de tomate (X 500). Une fois à l'intérieur, la larve provoque l'apparition d'une galle où les nutriments sont détournés à son profit.

Le génome du nématode à galles *Meloidogyne incognita* a livré quelques-uns de ses secrets. Les nématodes sont des animaux capables de coloniser tous les milieux et représentent une grande part de la diversité biologique, avec quatre-vingt mille espèces décrites, et plus d'un million estimées. Le ver analysé, *M. incognita*, est un parasite extrêmement vorace, capable d'attaquer plus de deux mille plantes hôtes, et particulièrement dommageable pour le café, le coton et les cultures maraîchères (tomate, piment, melon). Le séquençage récent de son génome a été réalisé par un consortium international de vingt-sept laboratoires, impliquant le Génoscope et l'UMR Inra - CNRS - Université de Nice Sophia-Antipolis, dirigée par Pierre Abad. C'est le premier génome d'un animal parasite de plantes à être entièrement séquencé et analysé. Il contient près de vingt mille gènes (contre vingt-cinq mille chez l'Homme). Ces travaux ont permis de lever le voile sur l'arsenal et les adaptations développés par les ravageurs des cultures pour attaquer les plantes.

Un génome d'une extrême plasticité

Chez les espèces diploïdes (comme l'Homme), les individus possèdent deux génomes, issus de leur père et de leur mère, ces deux génomes sont très proches. On trouve moins de 0,1 % de différences entre les séquences de gènes chez l'Homme par exemple. Pendant la méiose les chromosomes homologues paternels

et maternels doivent s'apparier. Pour que cela se passe correctement, les chromosomes homologues doivent être suffisamment semblables. Il y a donc une pression de sélection qui « empêche » des mutations trop nombreuses de se fixer. Chez le nématode à galles *M. incognita*, au contraire les chercheurs ont eu la surprise de constater la présence de deux génomes dont le taux de divergence moyen est l'un des plus importants jamais observés (plus de 7 % de différence). Cette particularité génétique pourrait être à l'origine de l'acquisition rapide de nouvelles fonctions conférant à ces organismes leur grande capacité d'adaptation, responsable de leur large distribution sur la planète. Une des hypothèses d'évolution avancées est que ce nématode descendrait d'un ancêtre avec une reproduction sexuée d'où la présence de deux génomes différents. Cet ancêtre aurait ensuite perdu ce mode de reproduction pour un mode de reproduction asexué, sans méiose. Cette bascule aurait permis aux anciens chromosomes paternels et maternels d'être libérés d'un certain nombre de contraintes sélectives en l'absence d'appariement. Ils seraient donc devenus libres d'évoluer indépendamment et d'accumuler les mutations.



Classification phylogénétique des nématodes

nématodes parasites de plantes — parasitisme très virulent — *génome complet disponible

Un arsenal enzymatique emprunté à des bactéries

Un autre résultat majeur du séquençage réside dans l'identification d'un large éventail d'enzymes (plus de soixante) dégradant la paroi cellulaire des plantes. C'est une diversité inégalée dans le règne animal. Un travail d'annotation de ces enzymes spécifiques a été réalisé par Etienne Danchin au sein de l'équipe IPN(1) et ces soixante protéines du nématode à galles ont été comparées, *via* une base de données internationale CAZy (2), à ce qui existe dans le monde du vivant.

Ces enzymes, œuvrant, entre autres, pour la dégradation de la cellulose, ne se retrouvent généralement pas dans le règne animal, excepté chez les autres nématodes parasites de plantes, et leurs plus proches homologues appartiennent au monde des bactéries, organismes très éloignés des nématodes sur l'arbre de la vie qui définit les filiations entre espèces.

Une des hypothèses est que la proximité physique de *M. incognita* et des bactéries, dans le sol, ait favorisé des transferts de gènes entre ces organismes. Ces transferts, qualifiés d'horizontaux (entre espèces), ont été suivis de duplications multiples au sein du génome du nématode. La variété du répertoire génétique de *M. incognita* pourrait ainsi s'exprimer de manière différentielle en fonction des nombreux types d'hôtes rencontrés. Le fait d'avoir un répertoire d'enzymes varié et des familles présentes en multiples copies (par exemple plus de 20 cellulases) autorise une expression différentielle de ces copies. Par exemple, certaines cellulases pourraient s'exprimer sur un type de plantes hôtes alors que d'autres seraient exprimées sur des hôtes différents. Mais cela reste une hypothèse qui n'a pas encore été démontrée chez *M. incognita*.

Aujourd'hui, les nématodes causent des dégâts estimés à plusieurs dizaines de milliards d'euros par an dans le monde. Or, la lutte chimique est devenue problématique, du fait de la toxicité des produits pour l'homme et l'environnement conduisant à l'interdiction de la nombreuses molécules existantes. Le fait d'avoir trouvé un arsenal d'enzymes pour la dégradation de la paroi des plantes offre un jeu de gènes cibles intéressant pour le développement de nouvelles molécules visant par exemple à inactiver ces gènes. Elle ouvre ainsi la voie à de nouvelles solutions de lutte. ●

Armelle Favery

(1) Equipe IPN Interactions Plantes-Nématodes, Unité Mixte de Recherche IBSV Interactions Biotiques et Santé Végétale INRA-CNRS-Université de Nice Sophia-Antipolis, Centre de recherche - 400, route des Chappes - BP 167 - 06903 Sophia-Antipolis
(2) www.cazy.org

+d'infos

références :

- Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*, *Nature Biotechnology* 2008 26 : 906-915 Abad *et al.* www.nature.com/nbt/index.html
- The Genomes of Root-Knot Nematodes. *Annu Rev Phytopathol.* 2009 May 4. Bird DM, Williamson VM, Abad P, McCarter J, Danchin EG, Castagnone-Sereno P, Opperman CH. http://arjournals.annualreviews.org

en bref

Bronchiolite et modélisation

La structure tridimensionnelle d'une région-clé du virus de la bronchiolite a été élucidée par des chercheurs de l'Institut Pasteur, du CNRS, de l'université Paris-Sud et de l'Inra. La nucléoprotéine modélisée participe à la protection de l'ARN viral des défenses immunitaires de l'organisme infecté, mais aussi à sa multiplication. Ce travail ouvre donc de nouvelles perspectives de recherches thérapeutiques.
Science, novembre 2009

Nourriture et abeilles

Une équipe de l'Inra d'Avignon a montré qu'un régime alimentaire de l'abeille plus varié, à base de pollen issu de cinq plantes au lieu d'une, leur permettrait de renforcer l'immunité de la ruche. La baisse de la biodiversité des plantes des prairies rentrerait ainsi dans l'explication du déclin des colonies.
Biology letters Royal Society, 20/1/2010

Mémoire et amidon

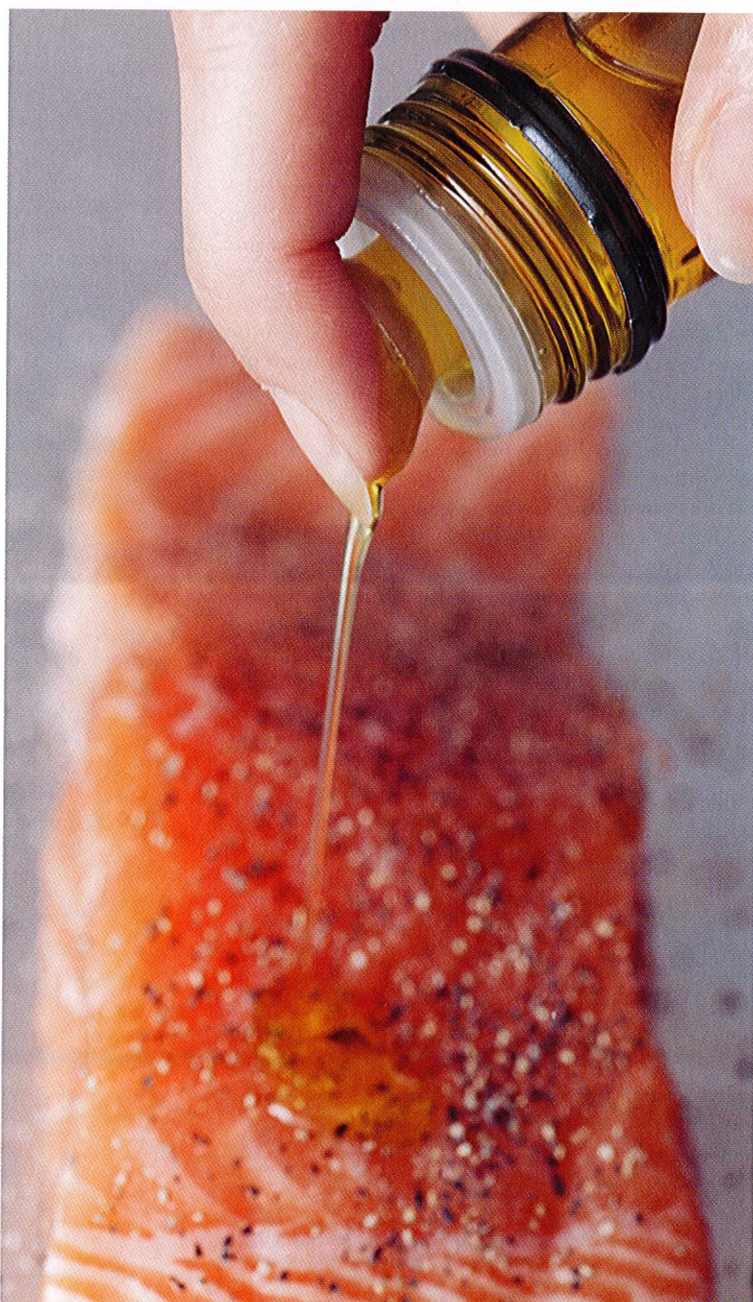
Elaborer des objets à « mémoire de forme » à partir de farines de céréales plutôt qu'à partir de couteux polymères synthétiques ? Cette possibilité a été mise en évidence par des chercheurs de l'Inra-Nantes à partir d'amidon traité thermiquement. Les pistes de valorisation sont nombreuses : traceurs d'humidité et de température, implants chirurgicaux résorbables, corn flakes à forme variable.
Starch/Stärke 2009

Poulets et salmonelles

Une équipe de l'Inra de Tours a localisé des régions du génome du poulet impliquées dans la résistance au portage de salmonelles, c'est-à-dire la capacité à être porteur sain de la bactérie. Ce travail, réalisé dans le cadre du projet européen SABRE, va bénéficier à une lignée commerciale de poulet.
Animal Genetics, 2009

Oméga-3 :
le régime des Français s'améliore

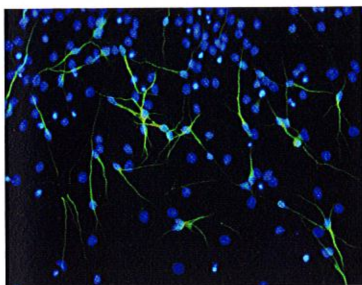
Les chercheurs de l'unité de recherche Nutrition et régulation lipidique des fonctions cérébrales (Nurelice) de l'Inra de Jouy-en-Josas étudient le rôle des acides gras oméga-3 et oméga-6 dans le fonctionnement cérébral à différents âges. Ils contribuent ainsi à établir des recommandations nutritionnelles appropriées aux différents stades de la vie. L'identification des modes d'action de ces composés pourrait contribuer à prévenir certains effets liés au vieillissement cérébral.

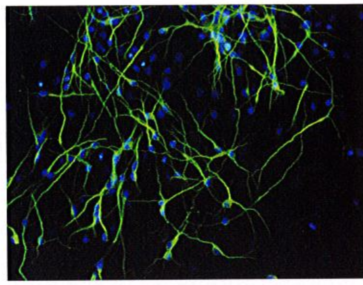


Les Français mettent enfin un peu plus d'oméga-3 dans leurs assiettes. En 2007, des chercheurs de l'unité de recherche Nutrition et régulation lipidique des fonctions cérébrales (Nurelice), en collaboration avec l'Institut des corps gras, ont évalué l'impact des recommandations nutritionnelles et de la promotion récente d'aliments riches en oméga-3 sur le niveau de consommation de ces acides gras en France. Celui-ci a été déterminé d'après les teneurs en oméga-3 du lait de femme, un indicateur fiable du niveau de la consommation nationale. Si la teneur en ALA, un oméga-3 précurseur (cf encadré), n'atteint pas encore les besoins préconisés, une augmentation de 65 % par rapport à la décennie précédente a été notée dans des échantillons de lait maternel recueillis sur toute la France. Cette évolution situe le niveau actuel de consommation en ALA de la femme qui allaite autour de 1,2 g par jour contre 0.8 g en 1990. Rappelons que les besoins journaliers ont été estimés autour de 2 g pour l'ALA, et de 250 mg pour le DHA, un oméga-3 essentiel (1). Cette augmentation de consommation d'ALA est accompagnée d'une tendance à la baisse de la teneur en acide linoléique, le précurseur métabolique essentiel des oméga-6, contribuant ainsi à limiter le déséquilibre du rapport oméga-6/oméga-3.

Le régime français était déséquilibré

Voilà qui comble un peu le retard évalué dans les précédentes études. Les Français sont parmi ceux qui consomment le moins d'oméga-3 en





A GAUCHE : MARQUAGE DE NEURONES TÉMOINS issus de cellules souches de cerveau de rat. Ces cellules sont responsables de la transmission de l'influx nerveux. Les noyaux des cellules sont colorés en bleu, et les protéines du cytosquelette en vert.

A DROITE : MARQUAGE DE NEURONES enrichis en DHA. Le DHA, acide gras oméga-3 fortement présent dans le cerveau, favorise la croissance des prolongements neuronaux, et par conséquent la communication inter-cellulaire.

Europe. Selon des enquêtes de consommation datant des années 1995-99, les apports nutritionnels en acides gras saturés sont trop élevés et ceux en acides gras mono-insaturés trop faibles. Quant aux acides gras polyinsaturés, la quantité totale consommée est proche des recommandations mais déséquilibrée par un apport excessif d'oméga-6 aux dépens des oméga-3. La quasi-totalité de la population française adulte (95 %) n'atteignait pas l'apport recommandé en ALA. Le déséquilibre entre les proportions oméga-6/oméga-3 dans l'alimentation des français résulterait d'une consommation insuffisante en poissons et en huiles et margarines bien équilibrées (colza) en faveur d'huiles et de matières grasses d'origine animale riches en oméga-6. La teneur en oméga-3 des produits issus des animaux (viandes, œufs, produits laitiers) dépend de leur alimentation. Ainsi, le fait de substituer les aliments du bétail utilisés dans la filière classique par des aliments plus riches en ALA et/ou DHA pourrait contribuer à redresser ce déséquilibre.
Les acides gras oméga-3 et oméga-6 sont des nutriments indispensables, constituants fondamentaux des membranes cellulaires. Ils peuvent être aussi transformés en médiateurs impliqués dans de multiples fonctions, en particulier au niveau du système nerveux central, où on les trouve en abondance. C'est pourquoi une consommation en oméga-3 proche des apports nutritionnels conseillés est indispensable à une bonne santé, notamment chez les femmes enceintes et allaitantes. En effet, la qualité de ces apports pendant les trois derniers mois de gestation et jusqu'à l'âge de deux ans est déterminante pour le développement fonctionnel du cerveau. Le rôle spécifique du DHA dans la maturation des fonctions visuelles et cérébrales a été clairement démontré chez l'animal et le jeune enfant.

Prévention du veillissement cérébral

Par ailleurs les travaux de l'unité Nurelice ont montré le rôle du DHA dans la plasticité cérébrale et dans la neuroprotection. En particulier, son importance dans les processus de mémorisation diminués au cours du vieillissement, constitue la base des recherches en cours. Les chercheurs ont en particulier démontré que, chez le rongeur, le DHA participerait à la régulation du métabolisme énergétique cérébral, et notamment le transport du glucose au niveau de la barrière hémato-encéphalique.
L'effet préventif du DHA vis-à-vis des maladies neurodégénératives s'expliquerait par ses différentes actions sur le système nerveux central. Plusieurs études cliniques ont en effet démontré qu'une consommation adaptée d'oméga-3 (et en particulier de DHA) pourrait contribuer à limiter, voire à prévenir, les déficits cognitifs liés au vieillissement. Ainsi, la teneur en DHA des hématies et de plusieurs zones cérébrales est diminuée chez des patients atteints de maladie d'Alzheimer. En outre, le risque d'apparition de cette maladie est deux fois plus élevé chez des sujets âgés ne consommant jamais de poisson que chez ceux qui en consomment au moins une fois par semaine. Enfin, l'apport quotidien de DHA améliorerait le déficit mnésique chez des patients atteints par la maladie d'Alzheimer et présentant des symptômes modérés.
Enfin, les oméga-3 influeraient sur la fréquence d'apparition ou les symptômes de nombreuses pathologies dont les maladies cardiovasculaires ou de désordres neuropsychiatriques (dépression, schizophrénie…), le diabète et l'obésité. Il est probable qu'une alimentation inadéquate, trop riche en oméga-6 et déficitaire en oméga-3, ait en partie contribué à l'émergence de ces pathologies dans les populations occidentales. ●

(1) Recommandations de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments

Evelyne Lhoste

Les différentes sources d'oméga-3

Les acides gras oméga-3 et oméga-6 sont des acides gras polyinsaturés pour lesquels la première double liaison rencontrée est respectivement en position 3 et 6 de la chaîne carbonée. Tout comme les vitamines, ils sont indispensables pour l'homme, qui, incapable de les fabriquer, doit impérativement les trouver dans son alimentation. Les précurseurs (acide α-linolénique -ALA- pour les oméga-3 et acide linoléique pour les oméga-6) sont présents dans les matières grasses végétales tandis que l'on trouve directement les oméga-3 fonctionnels (acide docosahexaénoïque -DHA- et acide eicosapentaénoique -EPA) dans les poissons gras d'eaux froides (saumon, sardine, hareng), qui consomment du phytoplancton riche en ALA. Les recommandations nutritionnelles conseillent d'équilibrer autour de 5 le rapport oméga-6/oméga-3. Il est actuellement de 12.

+d'infos

web : www.jouy.inra.fr/unites/nurelice

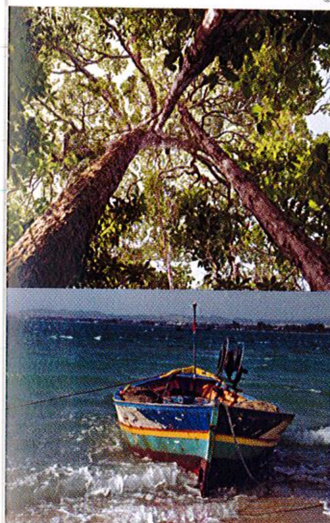
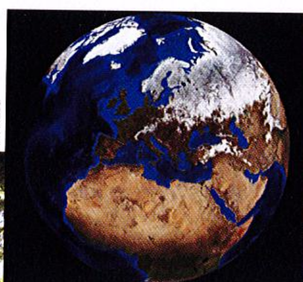
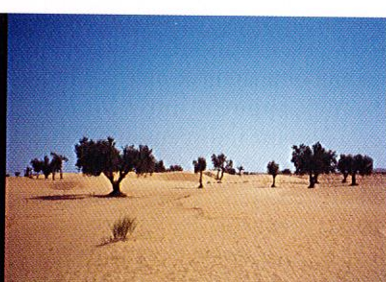
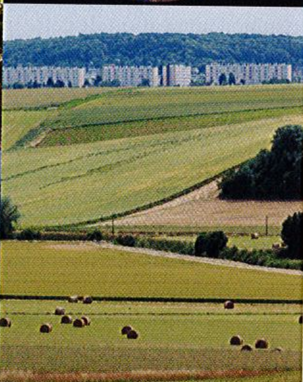
références scientifiques :

- Guesnet P, Combe N, Ailhaud G, Alessandri JM 2009. La teneur en acides gras polyinsaturés du lait maternel : un marqueur biologique fiable du niveau de consommation des populations. *Oléagineux Corps gras Lipides*, 16 : 1-3.
- Boué-Vaysse C, Billeaud C., Guesnet P, Couëdelo L, Alessandri JM, Putet G, Combe N 2009. Teneurs en acides gras polyinsaturés essentiels du lait maternel en France : évolution du contenu en acides linoléique et alphalinolénique au cours des 10 dernières années. *Oléagineux Corps gras Lipides*,16 : 4-7.

contacts scientifiques : Philippe Guesnet, Philippe.Guesnet@jouy.inra.fr
Monique Lavialle, Monique.Lavialle@jouy.inra.fr

Changement climatique : rechercher pour s'adapter

L'atelier de réflexion prospective sur l'adaptation au changement climatique de l'agriculture et des écosystèmes anthropisés (ARP ADAGE) a rendu ses conclusions le 15 décembre dernier. Ce projet, financé par l'Agenge Nationale de la Recherche (ANR) et coordonné par l'Inra, a donné les premiers éléments d'une future stratégie nationale sur cette question brûlante.



© Nasa


Photos : © Inra

Une augmentation de 2°C en moyenne d'ici 2100, c'est le « rail de sécurité » défini par l'Union européenne pour éviter des bouleversements majeurs à long terme liés au changement climatique. C'est aussi une prévision qui apparaît aujourd'hui comme optimiste puisqu'elle repose sur l'hypothèse (1) d'une réduction nette des émissions mondiales de CO_2 dès 2015. Hypothèse rendue improbable par l'absence de mesures contraignantes dans les conclusions du dernier sommet sur le climat de Copenhague. Au vu de l'enjeu parallèle que représente la sécurité alimentaire, il apparaît d'ores et déjà incontournable d'adapter l'agriculture à l'évolution du climat. Pourtant, ce domaine de l'adaptation au changement climatique a été jusqu'à présent peu étudié en comparaison des efforts fournis pour tenter d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre.

Une urgence planétaire

Cette lacune est l'une des premières conclusions de l'ARP ADAGE qui a recensé les différents projets de recherches nationaux sur la thématique du changement climatique. Animé par Jean-François Soussana, l'ARP a aussi dégagé les diverses questions de recherche soulevées par l'adaptation des milieux gérés par l'homme dans une large zone géographique incluant l'Europe, l'Afrique et l'Amérique du sud. Devant l'ampleur de la tâche, plus de 150 experts scientifiques et 43 partenaires publics ou privés ont été mobilisés. De l'agronomie aux sciences du climat, de la génétique aux sciences de l'information en passant par la sociologie ou l'économie, de nombreux champs scientifiques ont été sollicités. Cette extrême pluridisciplinarité a permis de construire une large vision prospective sur les connaissances à mobiliser pour répondre au défi de l'adaptation.

Les travaux de l'ARP ont été structurés en trois sous-ateliers. Une première approche s'est concentrée sur les questions scientifiques génériques : comment prendre en compte les innovations ou le rôle de la biodiversité, caractériser l'adaptabilité d'un milieu ou traiter les incertitudes dues à la modélisation de phénomènes complexes ? Une deuxième approche a consisté à identifier les questions liées aux interactions entre écosystèmes, filières de production et zones géographiques : par exemple, prairie, savane et systèmes d'élevage, forêt tropicale et filière bois,… Enfin, la dernière approche est centrée sur les implications socio-économiques, environnementales et territoriales de l'adaptation. Ce sous-atelier est animé en interface avec les ARP « Changements environnementaux planétaires » et « Vega, biomasse pour le futur ». Il a pour but d'évaluer les conséquences systémiques des adaptations au changement climatique et les effets possibles qu'elles peuvent avoir en retour sur les grands enjeux mondiaux (sécurité alimentaire, ressources en eau, évolution de l'usage des terres et séquestration du CO_2, utilisation de la biomasse).

Donner les clés d'une stratégie de recherche

La diversité des organismes et des disciplines représentés dans l'ARP ADAGE a permis aux experts de proposer plusieurs priorités de recherches et divers types d'actions à entreprendre pour réduire la vulnérabilité des milieux. Par exemple, améliorer la résilience des systèmes de production, développer une génétique adaptée, proposer des modes de gouvernances adaptatives des ressources naturelles et des territoires, réduire les incertitudes sur les modèles d'impacts... Toutes ces conclusions pourront être utilisées pour formuler des propositions à l'ANR et aux ministères afin de programmer les recherches sur la thématique de l'adaptation. En effet, il faut agir dès maintenant, y compris pour des résultats sur le très long terme. D'ailleurs, les travaux de l'ARP ADAGE ont déjà favorisé la naissance d'une initiative de programmation conjointe « Agriculture, sécurité alimentaire et changement climatique », validée par le Conseil Compétitivité de l'Union européenne le 4 décembre dernier. Elle permettra à des Etats membres et à des pays associés de construire conjointement une programmation de la recherche dans ce domaine à forts enjeux.

G. C.

(1) Hypothèse correspondant à la moyenne des modèles climatiques (Parry *et al*, *Nature*, 2007 ; GIEC, 2007 Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat)

+d'infos

www1.clermont.inra.fr/adage

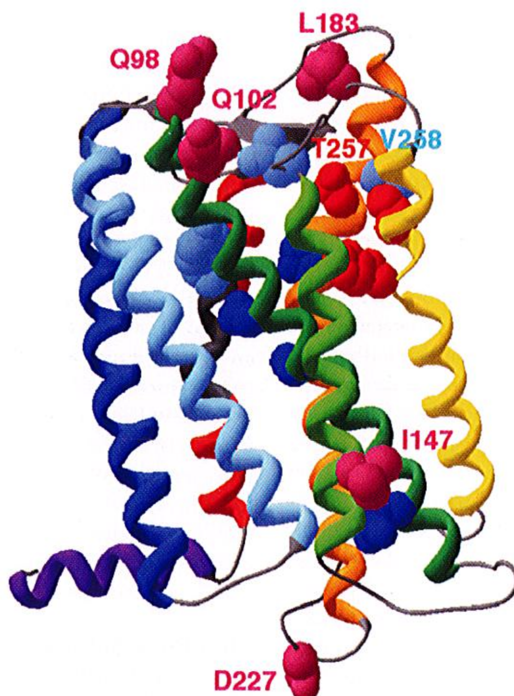
Evolution *in silico*

La construction d'arbres phylogénétiques de gènes est un outil puissant pour permettre d'identifier les mutations responsables de sélections fonctionnelles divergentes au cours de l'évolution.

Philippe Monget vous êtes directeur adjoint de l'équipe biologie intégrative de l'ovaire à l'Inra (1), à quoi sert la phylogénie ?

Nous connaissons la fonction biologique de seulement 10 % des 25 000 gènes constituant le génome des vertébrés supérieurs. Cette connaissance est déduite d'expériences lourdes des *in vivo* qui visent à créer des mutants par surexpression ou invalidation de gènes sans savoir si les espèces modèles utilisées sont les plus pertinentes.

La phylogénie est une alternative complémentaire à ces stratégies. Elle s'appuie sur l'étude systématique de l'évolution des gènes, explicative de l'évolution des grandes fonctions entre espèces, et elle retrace les liens évolutifs sur plusieurs millions d'années. Elle permet d'établir des relations entre différentes espèces en recherchant leurs ancêtres communs.



MODÈLE 3D de la protéine transmembranaire GPR50.

Comment fait-on pour reconstituer cette histoire ?

Depuis de nombreuses années, on distingue les espèces les unes par rapport aux autres en fonction de leurs caractéristiques anatomiques et fonctionnelles. Avec l'avènement du séquençage, on a pris conscience que de faux liens avaient été établis entre des individus qui paraissaient anatomiquement identiques.

Dans notre laboratoire, nous construisons des arbres phylogénétiques que nous « confrontons » aux séquences complètes des génomes, aux séquences codantes et aussi à des « gènes morts » qui correspondent à des traces de séquence de gènes présents chez certaines espèces mais qui ne s'expriment plus chez d'autres.

Quelles sont vos perspectives de recherche ?

Nous nous sommes par exemple intéressés aux gènes codant pour les récepteurs à la mélatonine. Chez les vertébrés, cette hormone joue un rôle primordial pour traduire les effets de la durée du jour sur de nombreuses fonctions physiologiques comme la reproduction, la lactation ou la croissance. Jusqu'à présent, les arbres phylogénétiques des vertébrés indiquaient qu'il y avait quatre gènes impliqués dans les récepteurs de cette hormone : Mel-1a, Mel-1b (présent chez tous les vertébrés), Mel-1c (chez les oiseaux et les poissons) et GPR50 (spécifique aux mammifères). Nous avons démontré que ce dernier est en fait une copie de Mel-1c ayant perdu sa capacité de liaison à la mélatonine (on parle de gène orthologue). Au cours de l'évolution des mammifères, GPR50 a subi des changements importants dans sa séquence codante, ce qui suggère que de nouvelles fonctions, que Mel-1c ne possède pas, sont apparues.

Cette démonstration *in silico* pourrait être testée *in vitro* en transformant Mel-1c en GPR50 pour voir progressivement la perte de la fonction Mel-1c. On pourra désormais tester l'hypothèse que la perte de liaison à la mélatonine sur le gène GPR50 s'est accompagnée de l'acquisition de nouvelles fonctions qui restent à découvrir. ●

Propos recueillis par
Laurent Cario

(1) UMR PRC Centre Inra de Tours

Le sol ressemble-t-il à un bioréacteur ?

Illustrant la collaboration entre l'Inra et l'Inria (1) pour la modélisation de phénomènes biologiques, VITELBIO (Virtual telluric bioreactors) vise à modéliser la transformation, par les micro-organismes du sol, de la matière organique en composés assimilables par les plantes. Le projet réunit une vingtaine de chercheurs, mathématiciens, informaticiens, microbiologistes, écologues, pédologues et géologues de plusieurs unités de l'Inra (Montpellier, Rennes, Clermont-Ferrand, Dijon, Narbonne) et de l'Inria. Alain Rapaport, responsable du projet, relève le défi de nous en expliquer la démarche.

En quoi consiste le projet VITELBIO ?

Alain Rapaport : Dans le sol se déroule une partie importante des cycles du carbone, de l'azote et du phosphore, dont dépend la vie des plantes... et la nôtre. Les micro-organismes du sol dégradent les matières organiques, - débris végétaux et/ou engrais pour les sols cultivés - libérant de l'azote et du phosphore sous forme assimilable par les plantes. Une partie du carbone est stockée sous forme d'humus, tandis que l'autre est libérée dans l'atmosphère sous forme de gaz carbonique. Voilà un bref aperçu des rôles agronomiques et écologiques fondamentaux du sol, résultantes d'un comportement complexe que les scientifiques cherchent à décrypter. Il existe déjà des modèles géochimiques des sols qui reproduisent leur composition chimique cm^2 par cm^2. Ces modèles sont capables de simuler le comportement du sol en terme d'entrées (types et quantités de matières organiques de surface) et de sorties (types et quantités de substances assimilables par les plantes ou relarguées). Cependant, ils ne reflètent pas la micro-hétérogénéité du sol, qui détermine elle-même une distribution spatiale hétérogène des micro-organismes et de leur biodiversité, fondamentale pour comprendre leurs activités. VITELBIO ambitionne de se centrer sur la modélisation de cette composante microbiologique du sol, en postulant qu'elle peut être décrite par un ensemble de bioréacteurs interconnectés. L'idée de base est que l'on peut décrire le fonctionnement microbiologique du sol par des modèles à la fois plus simples et plus spécifiques que les modèles de simulation géochimiques, les deux types de modèles étant *in fine* complémentaires.

En quoi le sol ressemble-t-il à un bioréacteur et comment le modéliser ?

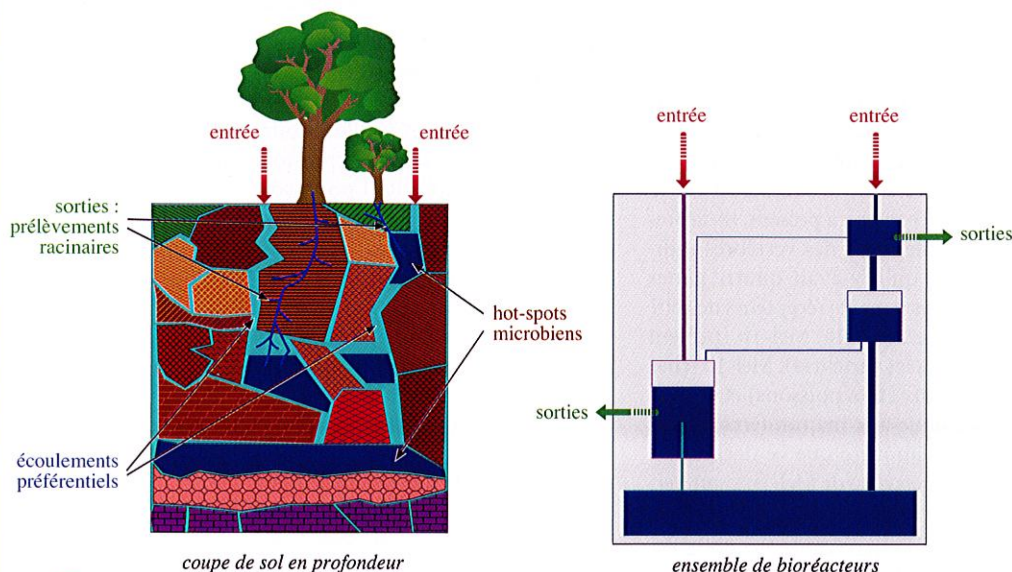
A. R. : Comme les bioréacteurs utilisés pour la dépollution, le sol contient des populations de milliards de micro-organismes qui interagissent et dont certaines sont en compétition pour des ressources communes. Ces populations occupent des niches écologiques différentes, et leur localisation dans la structure agrégée du sol compte au moins autant que l'accès aux ressources. Le sol pourrait donc être représenté comme un ensemble de « hot-spots » microbiens, chacun étant modélisé comme un « bioréacteur virtuel » interconnecté en réseau. L'originalité de cette représentation repose donc sur la topologie des connections entre bioréacteurs, couplée à la représentation plus classique des transformations biologiques et géochimiques qui se déroulent au sein de chacun de ces bioréacteurs.

Comment vérifier la fidélité de ce modèle ?

A. R. : Pour être valable, le modèle VITELBIO doit fournir les mêmes « sorties » qu'un vrai sol, à partir des mêmes « entrées ». Les données d'un « vrai » sol sont obtenues, soit en utilisant des sols reconstitués en laboratoire, soit en faisant appel aux modèles de simulation géochimiques mentionnés précédemment, qui sont établis en fonction de mesures et d'extrapolations statistiques. La construction de VITELBIO a débuté en 2009 et concernera d'abord des grands types de sols comme la forêt, la prairie cultivée, ou la savane. ●

Propos recueillis par Pascale Mollier

(1) Institut national de recherche en informatique et en automatique.



ANALOGIE ENTRE LE SOL ET UN ENSEMBLE DE BIORÉACTEURS. Les zones de concentration bactérienne (hot-spots) sont modélisées sous forme de bioréacteurs interconnectés, de façon à reproduire le plus fidèlement possible le fonctionnement microbiologique du sol.

+d'infos

contact :

rapaport@supagro.inra.fr
UMR Mathématiques, informatique et statistique pour l'environnement et l'agronomie, centre Inra de Montpellier

DOSSIER

Pour une agriculture compétitive plus économe en pesticides

Depuis plusieurs années, la recherche menée à l'Inra vise à inscrire l'agriculture dans un développement durable. Elle s'est traduite par une priorité explicite sur la conception de systèmes économes en pesticides, et a suscité des partenariats renforcés avec les acteurs du développement. Fin 2006, les pouvoirs publics ont demandé à l'Inra de conduire une étude pour apprécier les effets et modalités d'une réduction de 50 % de l'usage des pesticides en agriculture, objectif retenu lors du Grenelle de l'environnement. Ce dossier présente les résultats de cette étude, et, plus largement, les conséquences d'une réduction de l'usage des pesticides sur l'ensemble du système de production, ainsi que les questions de recherche soulevées.

Illustration : Claire Scully

Rédaction : **Pascale Mollier** et **Géraud Chabriat**
Avec la collaboration de : **Pierre Ricci** et **Marco Barzman** (réseau européen Endure), **Marie-Hélène Jeuffroy** (blés rustiques et amélioration variétale), **Benoît Sauphanor** et **Sylvaine Simon** (Gotheron), **Laurent Delière** et **Dominique Forget** (Couhins), **Thierry Ghewy**, **Pierre Mischler** et **François Dumoulin** (Agro-transfert Picardie), **Antoine Méssean** et **Thierry Doré** (modélisation), **Carole Caranta** et **Dominique Blancard** (pathogènes),
Garants scientifiques : **Hervé Guyomard** et **Pierre Stengel**

INRA

1 Réduire l'utilisation des pesticides : une attente de la société

L'usage des pesticides (insecticides, fongicides, herbicides) a participé au formidable bond en avant des productions agricoles françaises et mondiales lors des cinquante dernières années. Néanmoins, on voit apparaître certaines conséquences négatives de la dissémination de ces produits dans l'environnement, par exemple, l'émergence de résistances chez les ravageurs ciblés ou de troubles de la reproduction chez les oiseaux... Les impacts sur la santé humaine, en premier lieu celle des agriculteurs, suscitent également de vives interrogations.

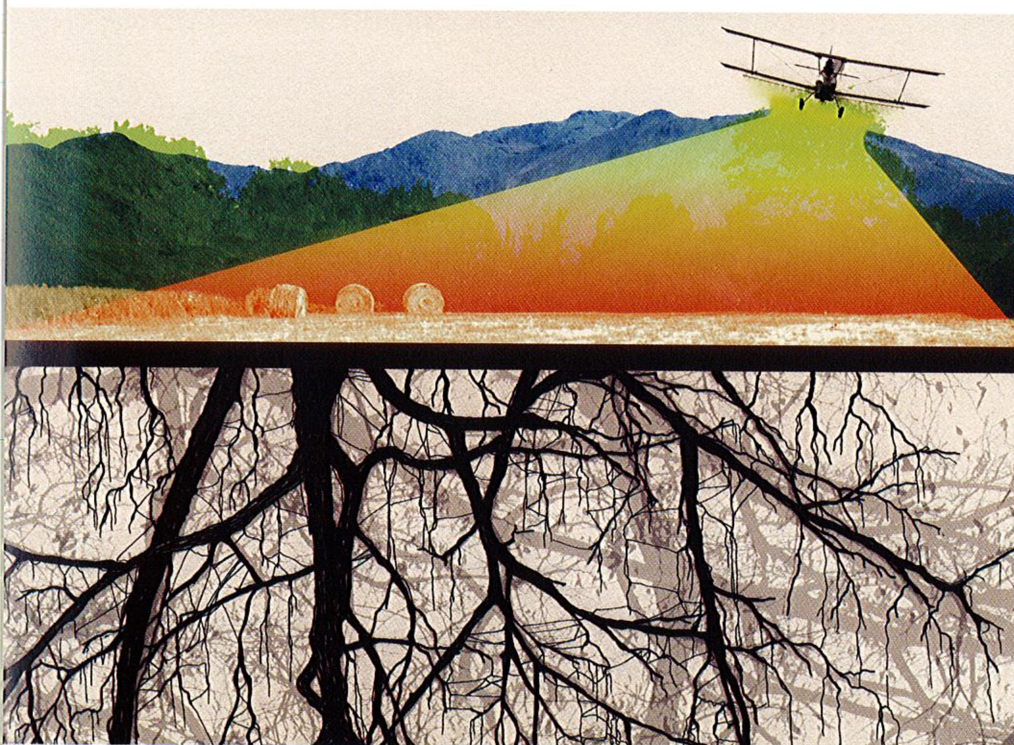


Illustration : Claire Scully

Procédure de ré-homologation (1), retrait de molécules. Depuis plus de vingt ans, les pouvoirs publics européens ont régulièrement renforcé le cadre réglementaire qui régit l'usage des pesticides. Symbole de cette évolution, le « paquet pesticides » a été définitivement adopté, le 24 septembre 2009, par le conseil de l'Union européenne. Cet ensemble de textes remplace les précédentes directives. Il introduit des critères plus stricts pour l'autorisation de mise sur le marché des pesticides à usage agricole et prévoit l'interdiction d'une vingtaine de molécules jugées préoccupantes. En outre, une directive cadre fixe, pour la première fois, des règles pour une utilisation « durable » des pesticides. Elle oblige les Etats-membres à adopter un plan d'action national de réduction des risques liés à ces produits. Cette démarche anticipée par la France, à la suite du Grenelle de l'environnement, amplifie les initiatives déjà prises dans le cadre du Plan Interministériel de Réduction des Risques liés aux Pesticides.

Un plan d'action national

Le ministère de l'Agriculture et de la Pêche a lancé, en 2007, le plan Ecophyto 2018 avec l'objectif de réduire de moitié l'utilisation de pesticides d'ici 2018 « si possible ». Plus exigeant que la directive européenne, il prévoit à terme le retrait des 53 molécules potentiellement les plus dangereuses. Par ailleurs, la directive cadre sur l'eau, en visant l'obtention d'un bon état chimique des masses d'eau souterraines en 2015, va sans doute amener également à restreindre l'utilisation de pesticides, voire à les interdire dans certaines zones sensibles, comme les bassins de captage d'eau potable. Comme l'a montré l'expertise scientifique collective Inra-Cemagref en 2005, les impacts environnementaux et sanitaires de l'utilisation des pesticides sont difficilement quantifiables pour l'instant. Néanmoins, plusieurs éléments éclairent sur l'étendue de leur dissémination et expliquent les préoccupations quant à leurs effets à long terme sur la santé publique et les écosystèmes.

Une présence assez répandue dans les milieux naturels

Qu'ils soient volatilisés dans l'atmosphère, stockés dans les sols, emportés par les eaux de ruissellement ou qu'ils se diffusent vers les nappes phréatiques, certains produits phytosanitaires se retrouvent dans de nombreux milieux naturels. En l'absence de norme, leur présence dans l'air est observée mais encore mal évaluée. En revanche, pour les eaux naturelles, les

études de l'IFEN (2) permettent de faire un bilan régulier. La dernière en date, parue en 2007 révèle que 91 % des points de mesures des eaux de surface et 55 % pour les eaux souterraines témoignent de la présence d'au moins un type de molécule pesticide. Il s'agit principalement d'herbicides ou de produits de leur dégradation dans l'environnement. Pour 10 % des points de mesure, la contamination ne permet pas l'utilisation de ces ressources pour l'approvisionnement en eau potable. Les impacts sur la biodiversité et les écosystèmes aquatiques restent à quantifier.

Impacts sur la santé mal connus

Quant à l'évaluation de l'impact sanitaire des pesticides, elle est confrontée à de nombreux écueils : effets de faibles doses sur le long terme, possibles synergies entre produits, origines multifactorielles de certaines maladies concernées, diversité des familles chimiques et de leurs effets toxicologiques.

A l'heure actuelle, ce sont les impacts sur les utilisateurs professionnels qui sont le mieux documentés. Les effets aigus d'une contamination accidentelle massive sont bien connus. Ils peuvent aller de l'irritation cutanée à l'atteinte du système nerveux central. De nombreuses initiatives visent parallèlement à évaluer les effets d'une contamination chronique. En 2009, une étude épidémiologique de l'Inserm en partenariat avec la Mutualité sociale agricole (MSA) a établi un lien statistique entre la survenue de la maladie de Parkinson et la durée d'exposition aux pesticides. Une autre étude épidémiologique de plus grande ampleur, utilisant aussi les données de la MSA, est menée par le Grecan (3). Elle permettra de préciser le risque de cancer chez les agriculteurs.

D'après une étude de l'Observatoire des Résidus de Pesticides, 91,9 % des contrôles sur la qualité des eaux distribuées indiquent une conformité aux normes européennes, preuve de l'efficacité des traitements avant consommation. D'autre part, les analyses effectuées par la DGCCRF (4) décèlent régulièrement la présence de pesticides dans les denrées alimentaires le plus souvent à des doses inférieures aux limites tolérées. Ces résultats, couplés à une étude de l'Afssa (5) qui prend en compte les différents modes d'alimentation, permettront de quantifier l'exposition de la population générale. De fait, les pesticides apparaissent comme un sujet de préoccupation au sein de la population. Ainsi, d'après le baromètre 2009 de l'IRSN (6), 64 % des Français considèrent le risque lié aux pesticides comme élevé et seulement 14 % d'entre eux ont confiance dans les autorités publiques pour les en protéger.

(1) L'efficacité et l'innocuité des substances actives sont régulièrement réévaluées au niveau européen
(2) Institut français de l'environnement
(3) Groupe régional d'étude sur le cancer
(4) Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes
(5) Agence française de sécurité sanitaire des aliments
(6) Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire



Voir le site :
www.grecan.org/agrican.html

Des différences d'usage et de politique sur les pesticides entre pays européens

La comparaison des pratiques de phytoprotection dans plusieurs États-membres fait apparaître des différences fortes dans l'usage des pesticides. Ainsi, dans le cas du contrôle des maladies fongiques chez le blé, les indices de fréquence de traitements (IFT) s'échelonnaient en 2004 entre 0,6 et 2,4 dans les cinq pays étudiés (Allemagne, Danemark, France, Pays-Bas et Royaume-Uni). Parmi les facteurs explicatifs de cet écart figurent bien sûr les différences de pression parasitaire liées à la situation climatique, mais aussi l'attention accordée aux méthodes non chimiques, en l'occurrence la disponibilité de variétés résistantes adaptées. Pour le maïs, les différentes régions européennes font face à des problèmes phytosanitaires de nature semblable, mais elles n'ont pas la même marge de manœuvre du fait de la variation de la part des surfaces cultivées en monoculture, qui est une limite majeure pour contrôler de manière non chimique les adventices et d'autres bioagresseurs (15 à 80 %).

L'action publique intervient différemment selon les pays, tant sur l'usage même des pesticides (taxation) que par des mesures d'appui au conseil ou de soutien à un réseau d'expérimentation et de démonstration. Avant même que la directive cadre sur l'utilisation durable des pesticides n'engage chaque État-membre à rédiger un plan d'action national, plusieurs pays européens ont déjà établi des plans pour réduire les risques liés aux pesticides. Sans attendre de savoir évaluer précisément ces risques, certains pays ont choisi de réduire globalement l'utilisation de pesticides. Ils se sont donné des objectifs chiffrés, traduits par des indicateurs de volume, puis, plus récemment, par les IFT, introduits par le Danemark. D'autres se fixent des objectifs de réduction d'impact environnemental : c'est le cas des Pays-Bas, de l'Allemagne (qui a développé un indicateur environnemental) et c'est aussi ce qu'envisagent maintenant le Danemark, et la France pour 2012. Le Royaume-Uni de son côté s'appuie sur un dispositif de suivi et de recommandations, sans objectif contraignant, assorti de mesures incitatives et d'un encouragement à la formation. Le dialogue entre les acteurs s'y déroule sur la base d'initiatives volontaires, alors qu'aux Pays-Bas, l'implication de la totalité des acteurs autour d'un consensus national est assurée par l'Etat.

Il n'existe pas de modèle unique d'agriculture moins dépendante des pesticides, les solutions étant à adapter en fonction des contextes nationaux et locaux. Ces études comparatives aident à élargir le champ des options et à mieux évaluer leurs chances de succès en bénéficiant de la diversité des expériences européennes.

Pierre Ricci et Marco Barzman, coordinateurs du réseau d'excellence ENDURE, (2007-2010) pour la réduction des pesticides et la mise en place de la protection intégrée au niveau européen, regroupant 300 scientifiques, ingénieurs, industriels de 10 pays européens.



Voir la vidéo de lancement du programme :
www.inra.fr/audiovisuel/reseau_europeen_endure

2 Amorcer une évolution

A la demande des ministères en charge de l'Agriculture et de l'Environnement, l'Inra a conduit une étude qui permet pour la première fois de traduire concrètement les objectifs du Grenelle de l'environnement et d'en esquisser les conséquences sur l'agriculture française. Cette étude montre qu'une réduction de moitié des pesticides suppose une modification profonde de l'ensemble du système de production. Des réductions substantielles sont d'ores et déjà possibles.


Illustration : Claire Scully

Pour établir les différents seuils possibles de réduction des pesticides, l'étude Ecophyto R&D a rassemblé l'ensemble des données accessibles sur l'utilisation des pesticides en France métropolitaine et sur les performances des systèmes de culture plus ou moins économes en produits de traitement. Il s'agit, d'une part, des données statistiques du RICA (6) et des enquêtes « Pratiques culturales » de 2006 réalisées par le SSP (7) du ministère de l'Agriculture, l'année 2006 ayant de ce fait été choisie comme année de référence. D'autre part, les résultats disponibles d'essais réalisés ou suivis par les structures de recherche et de développement ont été exploités. En cas d'insuffisance, notamment sur des systèmes de cultures innovants, ces résultats ont été complétés à « dire d'experts ».

L'étude définit des niveaux de pratiques dits « intensif », « raisonné », de « protection intégrée », de « production intégrée », et « Agriculture biologique », dont certains se déclinent différemment selon les cultures. Le niveau intensif est globalement défini comme une stratégie de traitements systématiques d'assurance contre les bioagresseurs. Le niveau raisonné implique de limiter les traitements en fonction de seuils d'intervention préconisés pour chaque bioagresseur. Il s'appuie sur des outils d'aide à la décision, couplés aux données de surveillance sanitaire des services régionaux. La **protection intégrée** se traduit en grandes cultures par des combinaisons de techniques non conventionnelles aujourd'hui telles que l'utilisation de variétés résistantes, des semis moins denses, retardés, le désherbage mécanique, la lutte biologique etc. En vergers, elle consiste essentiellement à utiliser la confusion sexuelle contre les papillons ravageurs (voir photo). La **production intégrée** implique des modifications plus profondes du système de culture : diversification des rotations en grandes cultures, ou bien reconfiguration des vergers avec des variétés plus résistantes.



*** Voir la vidéo :** www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/ecophyto

Des paliers de réduction successifs

Grâce à l'utilisation d'un indicateur harmonisé, l'IFT (voir l'encadré), les experts ont pu estimer la réduction de pesticides correspondant à chaque niveau de pratiques. Ainsi, l'engagement du Grenelle de l'environnement de réduire les pesticides de moitié correspondrait, sur une année moyenne semblable à 2006, aux résultats d'une simulation dans laquelle toute l'agriculture française passerait en **production intégrée**. La réduction de l'IFT est estimée alors à 50 % en grandes cultures, à 79 % pour les fourrages, mais à seulement 37 % en viticulture et 21 % en arboriculture fruitière. Pourquoi de tels écarts ? Les grandes

cultures (blé tendre et dur, orge, colza, tournesol, maïs, pois, betterave, pomme de terre) occupent la plus grande part de la surface cultivée (46 % de la surface agricole utile (SAU)) et offrent également un large choix de techniques culturales économes en pesticides d'où une baisse possible élevée. Vigne et arboriculture fruitière représentent des surfaces beaucoup plus modestes (3 et 0,8 % de la SAU, respectivement), mais sont plus exigeantes en pesticides, car la pression parasitaire est forte sur ces cultures pérennes et les marges de manœuvre de réduction des pesticides y sont plus réduites. Le passage de toute l'agriculture à un niveau de **protection intégrée** permettrait une diminution des pesticides de 33 % (34 % en grandes cultures, 38 % pour les fourrages, 37 % en viticulture et 6 % en arboriculture fruitière).

Le passage à des niveaux de production ou de protection intégrées s'accompagnerait, dans l'état actuel des connaissances et des techniques, d'une diminution de la production globale. Les simulations économiques réalisées dans Ecophyto R&D l'estime (en valeur) à 12 % en grandes cultures, 24 % en viticulture et 19 % pour les fruits (sur la base des prix 2006) pour un passage en **production intégrée**. Le passage en **protection intégrée** permettrait le maintien de la production en arboriculture mais se traduirait, pour les grandes cultures, par une baisse de production d'environ 6 %, tandis que les marges seraient peu ou pas touchées dans le contexte de prix de 2006. Même avec le degré d'imprécision lié aux limites des données disponibles, ces résultats soulignent le besoin de recherche sur ces systèmes intégrés pour en améliorer les performances.



CONFUSION SEXUELLE. La diffusion dans l'atmosphère d'analogues d'hormones sexuelles brouille la reconnaissance entre insectes mâle et femelle et empêche la reproduction.

© Inra / Jean-Charles Bouvier

Réduire de 50 % les pesticides signifie changer de système de production

Faire évoluer les pratiques intensives vers les pratiques raisonnées, grâce à la mise à disposition d'outils d'aide à la décision plus précis, permettrait déjà de réduire l'usage des pesticides, en ne traitant les cultures que si la quantité de bioagresseurs dépasse les seuils préconisés et en choisissant les dates de traitement de manière à en optimiser l'effet. Cependant, cette stratégie atteint vite ses limites si elle ne s'accompagne pas d'autres changements de pratiques. En effet, on ne peut pas diminuer largement les traitements en continuant à utiliser des variétés sensibles aux pathogènes. De même, maîtriser durablement les mauvaises herbes tout en utilisant moins d'herbicides nécessite souvent une diversification des rotations, comme l'ont montré les expérimentations réalisées en grandes cultures sur le domaine Inra d'Epoisses, près de Dijon. Il est ainsi difficile de modifier une seule composante dans un tout cohérent. Les systèmes intensifs qui ont prévalu depuis les années 70-80 sont eux-mêmes des systèmes cohérents, comme l'ont montré des chercheurs de l'Inra sur l'exemple du blé : schématiquement, les travaux sur la fertilisation azotée ont permis d'en accroître l'efficacité et d'augmenter la productivité des épis ; pour protéger ces épis plus lourds contre la verse, on a utilisé des régulateurs de croissance et des variétés à tige courte ; favorisé par la richesse du sol, le développement des mauvaises herbes a nécessité l'usage accru d'herbicides ; enfin, l'augmentation de la fréquence de certaines cultures (blé, maïs, notamment) dans les successions, et la densité des cultures les a rendues plus fragiles aux

Au cœur de la méthode Ecophyto R&D

Ecophyto R&D (2007-2009) est une étude originale car elle associe près d'une centaine de chercheurs et d'experts de « terrain » issus de plus de trente organismes : Inra, Instituts techniques, chambres d'agriculture, Agro-transfert, Services régionaux de la protection des végétaux... Elle dresse un état des lieux détaillé de la consommation actuelle de pesticides en France, en utilisant un nouvel indicateur, l'indice de fréquence de traitements (IFT). Jusqu'ici, les quantités de pesticides étaient exprimées en tonnages, ce qui ne tient pas compte de l'activité spécifique des produits. L'IFT, correspondant au nombre de doses homologuées appliquées par hectare et par an, permet d'avoir une unité valable pour des produits très différents, et ainsi, de faire des calculs avec des données comparables d'une culture à l'autre. L'IFT national est la moyenne des IFT calculés par type de culture - grandes cultures, vigne, fruits (pomme) - pondérés par la surface occupée par chacune de ces cultures.

Les simulations économiques sont à considérer avec précaution. Ainsi, les calculs ont été effectués avec les données de l'année 2006 et ne prennent pas en compte le développement de nouvelles filières ni les effets de marché.

(6) Réseau d'information comptable agricole
(7) Service de la statistique et de la prospective

pathogènes, d'où l'utilisation d'insecticides et fongicides de synthèse apparus dans les années 60-70. Cette logique intensive, mise en place pour augmenter la production française aux lendemains de la Deuxième Guerre mondiale, puis entretenue par le soutien de prix élevés, a ainsi contribué à rendre l'agriculture dépendante des pesticides et des engrais.

Une autre logique est possible

Réorienter cette logique nécessite la mise au point de systèmes tout aussi cohérents et performants, techniquement et économiquement. Les systèmes dits « intégrés » sont basés sur la prévention : il s'agit, d'une part de créer des conditions de milieu moins favorables aux pathogènes, d'autre part de favoriser les propres capacités de défense et d' « autorégulation » du milieu. Cette approche requiert donc une connaissance fine de l'écosystème cultivé, dont toutes les composantes et leurs interactions doivent être prises en compte : sol, pathogènes, mauvaises herbes, mais aussi faune auxiliaire pour combattre les ravageurs. Elle nécessite de combiner judicieusement des pratiques à effets partiels mais qui se complètent : utiliser des variétés résistantes, semer plus tard, à des densités moindres, ajuster la fertilisation azotée, favoriser la lutte biologique, etc. En grandes cultures, diversifier les espèces cultivées est aussi un moyen de rompre le cycle des pathogènes et de mieux contrôler les mauvaises herbes, tout en introduisant des cultures ayant des propriétés intéressantes, comme des protéagineux* à l'action fertilisante ou des moutardes, qui ont des effets assainissants sur certains pathogènes du sol comme les nématodes. La production intégrée permet ainsi de réduire la dépendance aux pesticides, sans toutefois s'interdire leur utilisation si les conditions l'exigent. Une transition massive vers cette forme de production, qui implique à la fois l'organisation des exploitations et celle des filières en aval, dans le cas où l'on introduit de nouvelles cultures, est difficile à envisager à court terme. Le défi posé à la recherche est d'aider à la conception de ces nouveaux systè-



*** Voir la vidéo :**
www.inra.fr/audiovisuel/la_filiere_proteagineuse_francaise

Des expérimentations à l'œuvre à l'Inra

Depuis les années 90, l'Inra contribue à expérimenter des systèmes économes en pesticides pour différents types de culture, dont trois sont cités ici en exemple : grandes cultures, vigne et vergers de fruits.

EXEMPLE EN GRANDES CULTURES : LE RÉSEAU BLÉ RUSTIQUE

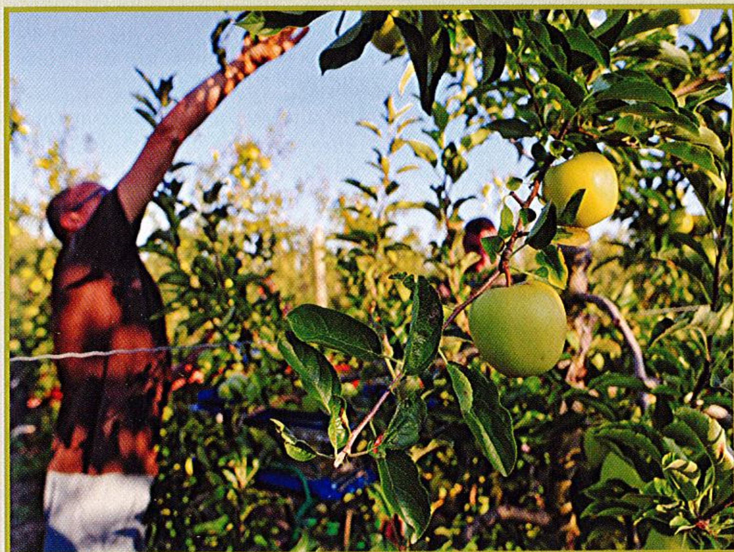


© Inra / Christian Slagmulder

L'Inra participe depuis une dizaine d'années à un réseau d'expérimentations multilocales et pluriannuelles destinées à évaluer les performances des variétés de blé rustiques couplées à des itinéraires techniques adaptés. Ces variétés, multirésistantes aux maladies et à la verse, ne présentent un intérêt économique et environnemental que dans le cadre de conduites économes en intrants. Le réseau, initié en collaboration avec des sélectionneurs privés et Arvalis-Institut du végétal, a connu des débuts prometteurs qui ont conduit ses participants à constituer, en 2003, un deuxième réseau. Plus étendu, incluant notamment plusieurs chambres d'agriculture, le réseau élargi accorde une plus grande part à la diffusion des innovations vers les agriculteurs. Entre 2004 et 2007, les chercheurs ont observé une diminution moyenne de rendement de 9 % accompagnée d'une baisse d'IFT de 38 % (essentiellement fongicides et régulateurs de croissance) entre une variété sensible conduite en raisonné et une variété rustique conduite à bas intrants. Dans un contexte de prix du blé modéré ou d'énergie chère, ces rendements un peu plus faibles sont compensés par des charges réduites en intrants et en carburants. Le couple variété rustique / itinéraire bas intrants permet donc dans certains cas d'augmenter les marges tout en les rendant moins sensibles à la volatilité des prix du blé ou du pétrole. Avec maintenant une centaine de sites d'essais sur plusieurs années, ces réseaux ont fourni de solides références sur ces itinéraires techniques en termes de choix de variété, de mise en œuvre et de performances économiques. A présent, l'ambition des partenaires du projet est d'utiliser ces acquis dans un réseau d'expérimentation national tel que l'ont dessiné les experts du rapport Ecophyto R&D. Ce changement d'échelle pourrait être facilité par les modèles agronomiques et les outils informatiques qui sont développés en parallèle par les chercheurs.

Quelques chiffres : *Les grandes cultures : blé tendre et dur, orge, colza, tournesol, maïs, pois, betterave, pomme de terre, représentent 46 % de la surface agricole utile (SAU) de l'hexagone, 67 % des dépenses en pesticides (majoritairement herbicides), avec un IFT moyen de 3,8 en 2006.*

EXEMPLE EN FRUITS : LES VERGERS DE GOTHERON


© Inra / Christophe Maître

Depuis 2005, l'unité expérimentale de recherche intégrée de Gotheron procède à une évaluation de trois systèmes de production/protection en verger de pommiers. Chaque système est planté avec trois variétés de pommes plus ou moins résistantes à la tavelure, de manière à évaluer l'intérêt du choix variétal pour raisonner l'application de fongicides. Chaque système intègre des objectifs gradués en termes de qualité commerciale, de productivité et de gestion du risque. L'évaluation porte sur des critères agronomiques, environnementaux et économiques. Alors qu'un premier système est protégé de manière conventionnelle, le deuxième est conçu pour n'utiliser les pesticides qu'en dernier recours. Le troisième répond au cahier des charges de l'agriculture biologique. Le deuxième système permet de maîtriser le risque de tavelure en réduisant au maximum les traitements fongicides, avec un IFT moyen de 15,4 pour les années 2006 à 2008. Ce système combine des méthodes de prophylaxie (enfouissement des feuilles sur le rang et ramassage des feuilles sur l'inter-rang), l'utilisation d'une variété peu sensible et la définition de seuils d'intervention ajustés aux conditions locales. Etablis à partir d'une observation fine du verger et de son environnement (ravageurs, maladies, climat), ces seuils permettent d'effectuer un traitement en fonction du risque effectif pour la production. Malgré le temps et la technicité qu'ils réclament, des exemples à l'étranger montrent que la mutualisation des moyens à l'échelle d'une coopérative agricole rend leur utilisation économiquement viable. A terme, l'unité prévoit d'aller plus loin en optimisant la diversité végétale des vergers avec des bandes fleuries. Il s'agit de favoriser l'habitat des insectes auxiliaires des cultures en vue de limiter le développement des ravageurs du verger.

Quelques chiffres : *les fruits représentent 0,8% de la SAU française, dont 32 % en pomme, 5 % des dépenses en pesticides (surtout fongicides et insecticides), avec un IFT moyen de 17,3 en 2006 (34 pour la pomme).*

EXEMPLE EN VIGNE : LE DOMAINE DE COUHINS

Le domaine expérimental de Couhins, près de Bordeaux, apparaît comme une vitrine des recherches en matière de viticulture à haute valeur environnementale. Deux axes majeurs de recherche et de progrès y sont développés. D'une part, il s'agit d'évaluer l'efficacité de la protection offerte par de nouvelles molécules fongicides ou des méthodes alternatives (des agents de lutte biologique ou de stimulation des défenses des plantes). D'autre part, le domaine sert de terrain d'expérimentation pour développer de nouveaux outils d'aide à la décision. Ainsi, l'outil « Mildium », mis au point par des chercheurs de l'Inra de Bordeaux, propose un ensemble de règles de décision pour la protection à la fois contre le mildiou et l'oïdium, deux champignons auxquels les cépages français sont particulièrement sensibles et qui sont à l'origine de 70 % des traitements en vigne. Mildium fixe un nombre maximum de traitements de dix par an, avec seulement quatre traitements obligatoires, et module le reste des traitements en fonction des symptômes observés et de l'état de réceptivité de la plante, sur lequel on peut agir en ajustant la fertilisation azotée. L'outil est en cours de validation à l'échelle de l'exploitation après trois ans de test à l'échelle de la parcelle. L'ensemble des pratiques appliquées sur le domaine conduisent à un IFT de 7,8 (moyenne 2001-2007) contre 12,5 en moyenne nationale (en 2006).

Quelques chiffres : *la vigne représente 3% de la SAU française, 14% des dépenses en pesticides (essentiellement fongicides), avec un IFT moyen de 12,5 en 2006.*


© Inra / Christophe Maître

mes qui se doivent de conjuguer performances environnementales, techniques et économiques.

Les agriculteurs innovent
Diverses initiatives d'agriculteurs illustrent la mise en œuvre de pratiques économes en pesticides. « *Dans trois régions (Bourgogne, Centre et Provence), environ 20 % des viticulteurs cultivent leurs parcelles en se passant d'insecticides, d'herbicides, ou des deux* » indique Christian Gary, rapporteur de l'Inra pour ce secteur dans l'étude Ecophyto R&D.
Dans le cadre de l'Agro-transfert Picardie, huit fermes pilotes volontaires ont mis en place des pratiques intégrées en systèmes céréaliers, en co-construction avec des chercheurs de l'Inra, des conseillers et avec l'aide des chambres d'agriculture. L'expérience s'est révélé probante sur plusieurs années, avec une réduction d'IFT de 40 à 50 % sans perte de marge (voir l'interview de Thierry Ghewy).
Une analyse sociologique conduite à l'Inra (projet ANR GeDuPic, 2007-2010) a également identifié des pro-

INTERVIEW



Thierry Ghewy est l'un des huit agriculteurs engagés dans la production intégrée avec l'Agro-transfert Picardie. En quelques années, il est passé d'un système de niveau raisonné à la production intégrée dans son exploitation céréalière située en Champagne crayeuse.

Qu'est-ce qui a motivé votre passage en production intégrée ?
Thierry Ghewy : Ma motivation de départ a été de protéger mes sols et leur richesse biologique, d'autant plus vitale qu'ils sont naturellement pauvres en matières organiques. Je constatais une mauvaise évolution autour de moi, avec des sols ravinés ou pris en masse en surface lorsque des orages survenaient après le labour. J'ai arrêté d'exporter mes pailles dans les années 1980 pour garder la matière organique et suis passé au non-labour en 2001. J'ai ensuite décidé d'aller plus loin en limitant l'usage des phytosanitaires et me suis porté volontaire en 2004 pour développer la production intégrée. Là, c'est un virage complet vers l'agronomie !

Comment s'est fait la transition ?
T. G. : Nous avons travaillé en groupe avec les autres agriculteurs, au cours de réunions régulières avec des chercheurs, des conseillers d'instituts techniques et de chambres. Nous avons adapté leurs propositions à chacune de nos exploitations mais n'avons pas appliqué de modèles prédéfinis. Par exemple, j'ai mis au point mon propre modèle pour l'orge de printemps, pour laquelle le choix de variétés résistantes est limité par les critères de brasserie. En jouant sur les densités de semis et un pilotage fin de l'engrais azoté, j'ai considérablement réduit l'emploi de fongicides et de régulateurs de croissance. J'ai procédé prudemment, d'abord par des essais en bandes comparatives, puis sur des parcelles, et enfin, à l'échelle de l'exploitation. La diversification des cultures implique un temps d'attente pour que se mettent en place les interactions entre elles. Je ne raisonne donc pas en rentabilité à l'année, mais sur la durée d'une rotation.

Quel bilan en tirez-vous?
T. G. : Agir en amont en jouant sur les rouages agronomiques évite beaucoup de soucis en culture. En réduisant l'usage des pesticides, on évite de favoriser certains pathogènes ou mauvaises herbes en voulant en éliminer d'autres. Il vaut mieux avoir un peu de chaque maladie que d'en sélectionner certaines qui deviennent difficiles à enrayer. On voit par exemple se développer dans la région des vulpins, ray-grass, brome, coquelicots résistants aux herbicides utilisés. Je n'ai pas de tels problèmes sur mon exploitation. Si des insectes ravageurs apparaissent dans mes parcelles, j'observe l'arrivée de la faune auxiliaire, syrphes, chrysopes, coccinelles et je fais des comptages. Je ne traite qu'en cas d'excès. Globalement, je n'ai quasiment plus besoin d'utiliser d'insecticides, ni de régulateurs de croissance, et j'ai réduit les fongicides de 60 %. Le temps gagné en supprimant les traitements se transforme en observations au champ. J'ai ainsi constaté que la dégradation des résidus de paille est très rapide, signe de la vitalité du sol. Le prochain axe de travail de notre groupe est de trouver de nouvelles techniques de désherbage. Pour l'instant, je n'ai diminué les herbicides que de 15 %.

Données techniques : *180 ha, huit espèces cultivées : blé, orge de printemps, betterave, luzerne, escourgeon (orge d'hiver), tournesol, maïs, oeillette (oléagineux à usage pharmaceutique ou alimentaire). Rendement en 2009 : blé tendre : 93 q/ha ; tournesol : 41 q/ha ; maïs : 102,5 q/ha ; orge de printemps : 80 q/ha.*

TÉMOIGNAGE DE...

Pierre Mischler, conseiller de la chambre d'agriculture de Picardie. Il anime le réseau des huit fermes et analyse leurs résultats annuels.

« *La dynamique du groupe s'est construite progressivement. Au début, les agriculteurs trouvaient les diagnostics environnementaux trop théoriques. Puis, ils ont travaillé en sous-groupes avec les agronomes et ont construit pas à pas les rotations adaptées à leurs contraintes. Ils ont argumenté leurs choix et ont souvent trouvé eux-mêmes les débouchés pour les cultures qu'ils ont introduites. L'année 2007 n'a pas été bonne car il y a eu des maladies que l'on n'avait pas prévues, sclérotinia sur colza et rouille brune sur céréales, avec des conséquences pour le rendement. Toutes les exploitations de la région ont été touchées, mais, avant même que ne paraissent leurs données, les fermes en production intégrée ont été particulièrement critiquées, parce qu'entourées a priori de scepticisme. Le réconfort du groupe est important pour dépasser ces épisodes de doutes. Et finalement, les agriculteurs en production intégrée se disent plus sereins car ils n'ont pas d'impératifs de traitements à réaliser à une date précise. Ils sont aussi moins dépendants des conseillers, dont la posture évolue vers un rôle plus informatif* ».

Site Web : www.agro-transfert-rt.org



© Inra / Gilles Cattiau

cessus progressifs de passage vers des pratiques intégrées auprès d'agriculteurs de l'Eure et de l'Oise. Certains ont commencé par changer les techniques indépendamment les unes des autres, quitte à rencontrer des impasses techniques liées au caractère nécessairement systémique de la production intégrée. Ces agriculteurs se caractérisent par un fort degré d'appartenance à des réseaux indépendants, comme les Groupements de développement agricole et ont souvent signé un Contrat territorial d'exploitation (dispositif de contractualisation avec l'Etat mis en place de 1999 à 2004) qui les a sensibilisés à une vision globale des pratiques et appuyés dans leur transition. L'étude montre qu'au-delà d'une opposition réductrice entre militantisme et intérêts économiques, leurs motivations se recomposent au fil du temps entre économie, environnement, santé, et image professionnelle. Le goût de l'expérimentation s'avère également assez déterminant. L'image, avec l'aide du collectif, peut évoluer d'une culture du rendement vers une virtuosité technique au service de l'environnement. Ces formes d'agriculture sont en effet aussi performantes et pointues que l'agriculture de type intensif.

Une mobilisation nécessaire à tous les niveaux

Pour développer davantage les systèmes intégrés, il est nécessaire de compléter les références sur ces systèmes dans différentes situations pédoclimatiques et sur plusieurs années, condition indispensable pour entraîner la confiance des agriculteurs. En effet, l'analyse des réseaux d'expérimentations existants, menée dans le cadre de l'étude Ecophyto R&D, fait apparaître des lacunes dans les expérimentations : peu de données à l'échelle de l'exploitation, voire du territoire, et sur plusieurs années, cultures peu étudiées (comme le pêcher, la pomme de terre ou l'orge). De plus, la coordination et le partage des données entre les réseaux existants restent difficiles. Pour pallier tous ces manques, les experts proposent de mobiliser les nombreux acteurs impliqués dans un dispositif national. Illustrant cette démarche, un prototype de réseau de 180 fermes pilotes se met en place dès cette année en Bourgogne. La coordination en est assurée par un ingénieur de la chambre d'agriculture, cette dernière étant impliquée également dans le RMT (8) « Systèmes agricoles innovants », tandis que l'Inra établira le cahier des charges de la future base informatique de partage des données.

Le développement de systèmes innovants implique de nombreux acteurs du système socioéconomique. Ainsi, l'introduction de nouvelles espèces en grandes cultures requiert simultanément un investissement en amont pour améliorer ces espèces actuellement mineures, et l'organisation de filières en aval pour les valoriser. Dans le cas des fruits et légumes, la marge de manœuvre pour réduire les pesticides est faible dans l'état actuel des connaissances et de l'organisation économique. Aussi, une partie de la solution pourrait passer par l'assouplissement des normes de commercialisation, l'abandon du « zéro défaut » et la valorisation par des labels de productions respectueuses de l'environnement. La balle est donc aussi du côté des consommateurs et des distributeurs. Enfin, l'élément déclencheur de toute la chaîne pourrait bien se trouver du côté de l'action publique, en offrant une visibilité à long terme facilitant les anticipations stratégiques des acteurs, en soutenant l'effort de reconception de systèmes de culture et le développement de dynamiques territoriales collectives, associant, outre les agriculteurs, l'ensemble des acteurs de la R&D et du conseil.

(8) Les RMT et UMT (réseaux et unités mixtes technologiques) constituent un des dispositifs de collaboration entre les organismes de recherche, de formation et de développement agricole. Créés en 2006 par le ministère en charge de l'Agriculture, ils permettent de conduire des projets communs de 3 à 5 ans renouvelables. Les Agro-transferts, quant à eux, ont été mis en place au niveau régional par l'Inra et les chambres d'agriculture pour développer des outils destinés aux professionnels, outils d'aide à la décision, de diagnostic, de formation etc.



Voir la vidéo :
Quel travail du sol aujourd'hui ?
www.inra.fr/audiovisuel/quel_travail_du_sol

3 Quelques axes de recherche

Les leviers d'action permettant de réduire l'usage des pesticides sont nombreux. Ils se situent à des échelles différentes et sont le plus souvent interdépendants. Un des défis pour la recherche est donc de penser leur optimisation dans le cadre d'une vision globale des systèmes et des pratiques agricoles. L'innovation génétique, la gestion des pathogènes, l'agronomie ou l'économie sont des exemples de disciplines qui doivent avancer de manière cohérente, souvent en anticipant les progrès des autres domaines. Ces anticipations sont aujourd'hui facilitées par l'informatique et la modélisation qui permettent d'obtenir des capacités d'analyses prédictives plus rapides et plus précises.



Illustration : Claire Scully

Amélioration variétale : diversifier les critères de sélection

Développer une nouvelle variété peut prendre 10 ans, parfois plus dans le cas de l'arboriculture. Il s'agit donc d'anticiper, d'ores et déjà, les systèmes qu'il conviendra d'utiliser à moyen terme et travailler à l'obtention d'un matériel génétique qui valorise ces futures conditions. Ainsi, des systèmes innovants qui incluent des cultures intermédiaires aux propriétés assainissantes, comme la moutarde, ont été testés dans le domaine Inra d'Epoisses. Ces systèmes ne sont aujourd'hui pas rentables sur le plan économique en partie par manque de variétés adaptées. Idem pour des protéagineux comme le pois d'hiver, dont la productivité serait à améliorer. A l'avenir, si ces systèmes sont jugés pertinents dans l'optique d'une réduction de l'usage des pesticides, la sélection végétale devra s'intéresser aussi à ces espèces dites « orphelines ».

En plus de cet exercice prospectif sur les choix des espèces à améliorer, la sélection végétale se confronte à un deuxième défi : celui d'une adaptation plus fine des variétés aux conditions locales. En effet, pour leur inscription, les variétés sont aujourd'hui évaluées par la moyenne de leurs performances sur l'ensemble des sites d'essais répartis sur le territoire. Ce mode de calcul privilégie les variétés qui ont un bon comportement partout, au détriment de celles qui seraient mieux adaptées à certaines conditions et moins bien à d'autres. Dans le cadre d'une moindre utilisation d'intrants, et donc d'une moindre homogénéisation des milieux par l'artificialisation, il redevient important de prendre en compte leurs caractéristiques. Ainsi, autant une variété de blé résistante à la rouille jaune est indispensable en Normandie si l'on veut y réduire l'IFT fongicides, autant ce caractère est moins essentiel dans le Nord-Est de la France du fait de la faible fréquence de la maladie dans cette zone.

En fait, le défi est d'autant plus grand que ce sont les interactions génotype-environnement-conduite de culture qu'il faut considérer. Par exemple, une variété de blé rustique n'est compétitive que si elle est utilisée dans le cadre d'itinéraires techniques à bas intrants. Le réseau « blé rustique » a



Voir les vidéos :
www.inra.fr/audiovisuel/varietes_innovantes_modes_cultures

démontré, sur plusieurs années, la possibilité de compenser les rendements légèrement inférieurs de ces variétés via des économies de charges générées par des itinéraires techniques à bas intrants. Ces résultats ont déjà suscité l'intérêt de certains agriculteurs et de plusieurs chambres d'agriculture. Néanmoins, ces variétés n'ont pas été améliorées spécifiquement pour cette conduite de culture. On peut donc penser que la prise en compte des itinéraires techniques dans la sélection végétale pourra conduire à des performances susceptibles de faire adopter plus largement ces innovations par les agriculteurs et leurs conseillers. Dans cette perspective, le Comité technique permanent de la sélection a lancé une réflexion sur l'évaluation adaptée à des itinéraires bas intrants.

Toutes ces nouvelles exigences réclament une grande diversification des critères de sélection. Elles illustrent donc l'importance des progrès dans des domaines tels que la sélection assistée par marqueurs ou le phénotypage à haut débit qui permettront de prendre en compte tous ces critères simultanément.

Connaître et gérer les agents pathogènes

Créer des résistances variétales n'est pas chose aisée. L'exercice réclame du temps et des connaissances dans de nombreux domaines tels que la génétique ou la pathologie. Il faut savoir ensuite gérer ces résistances sous peine de voir des années d'effort réduites à néant. En effet, même si l'on dispose de variétés résistantes aux bioagresseurs, le contournement des résistances par les pathogènes est un problème majeur et difficilement prévisible. Ainsi, les résistances au phoma du colza (un champignon pathogène), introduites dans les années 90, ont été d'autant plus rapidement contournées qu'elles étaient efficaces et donc massivement adoptées. Les résistances au bremia chez la laitue ne durent pas plus d'un an alors que la résistance du haricot vert à l'anthracnose persiste depuis 50 ans. De nombreux travaux sont menés à l'Inra pour comprendre et freiner les mécanismes de contournement des résistances. Sur le modèle piment-potyvirus, les chercheurs ont montré que la durabilité de la résistance du piment au virus dépend directement du nombre de mutations requises chez ce dernier pour la contourner. Ainsi les gènes de résistance nécessitant plusieurs mutations chez le pathogène pour le contournement sont à privilégier. Une autre piste consiste à associer plusieurs types de résistance afin de retarder le contournement. L'efficacité de cette stratégie a été démontrée pour les couples piment/potyvirus et colza/*Leptosphaeria maculans* (phoma), en combinant une résistance qualitative, contrôlée par un gène, à une résistance quantitative, contrôlée par plusieurs loci expliquant chacun une part de la résistance observée. Ainsi, autant que l'identification de nouveaux gènes de résistance, leur gestion est déterminante, à l'instar de celle des antibiotiques en santé humaine et animale. L'élaboration de techniques culturales visant à préserver la durabilité des résistances reste également une piste de recherche prometteuse. Le modèle SIPPOM permet de prévoir l'évolution des populations de phoma, en quantifiant les spores du champignon, en fonction du climat, du sol et de l'agencement des parcelles. En rotation colza-blé-orge, le modèle indique qu'il est plus intéressant de séparer les trois cultures en bandes plutôt que de les mélanger sous forme d'une mosaïque aléatoire, afin de maximiser l'éloignement des parcelles plantées en colza à une année d'intervalle

Modélisation et couplage agronomie/économie

Le développement de la modélisation permet d'évaluer par simulation un grand nombre de systèmes, ce qui n'est pas possible en conditions réelles. Afin



Voir le site :
www.inra.fr/sante_plantes_environnement/en_savoir_plus/seminaires/gestion_durable_des_resistances_aux_bioagresseurs_des_cultures

Diagnoleg, un outil pratique de diagnostic/conseil des maladies des cultures



Dans le cadre du GIS PICLég, consacré à la protection intégrée des cultures légumières, les chercheurs et informaticiens de l'Inra développent un portail Web qui propose à la fois un outil de diagnostic des maladies des légumes et des méthodes de protection intégrée. Le module « salade » devrait voir le jour en 2010. Pour le diagnostic, un premier « mode d'identification guidé », assez classique, permet de décrire progressivement les symptômes observés sur les plantes grâce à des menus déroulants. Le deuxième « mode d'identification par l'image », plus innovant, propose un diagnostic grâce à des mosaïques d'images de plantes ou d'organes malades permettant de situer les symptômes sur les plantes et de définir leur origine. Chaque choix d'image dirige l'utilisateur sur une nouvelle série de photos aux symptômes de plus en plus proches. Au final, quel que soit le mode utilisé, un diagnostic est proposé à l'utilisateur, assorti d'informations sur le bioagresseur en cause et de conseils de protection. D'autres modules seront développés pour plusieurs légumes méditerranéens appartenant aux Cucurbitacées (courge et courgette, concombre, melon) et aux Solanacées (tomate, aubergine, piment). Un module analogue est déjà disponible pour le tabac et en cours de construction pour la vigne.

d'explorer le champ des possibilités, la conception de nouveaux systèmes peut inclure des innovations qui ne sont pas rentables à court terme dans le contexte socio-économique actuel, mais qui pourraient l'être sous certaines conditions. Voire des innovations qui ne sont pas encore au point, comme par exemple des rotations culturales qui n'ont pas encore été testées. Dans le cadre du réseau européen Endure, les chercheurs de l'Inra participent à la conception de systèmes innovants moins dépendants en pesticides pour trois types de culture : céréales de régions Nord basées sur blé/colza, maïs seul ou associé au blé pour les régions Sud, et vergers de pommiers.

L'évaluation permet de choisir les systèmes les plus performants *a priori*. Ce qui permet de cibler ensuite les expérimentations prioritaires à réaliser et donc d'économiser à la fois du temps et des ressources financières. Comme le résume Antoine Messéan, qui dirige des recherches sur les impacts écologiques des innovations végétales, « *cette évaluation doit être multicritères (environnementaux, économiques, sociaux), multiéchelles (de la parcelle au territoire), multiacteurs (en conciliant les attentes)* ». Afin de prendre en compte tous ces critères et d'obtenir l'évaluation d'un système dans toutes ses dimensions, différents modèles sont couplés. Ils sont issus de nombreuses disciplines telles que l'agronomie, l'économie, la climatologie... L'outil d'évaluation « *a priori* » MASC, conçu à l'Inra, propose, par exemple, 32 critères d'évaluation de la durabilité des systèmes, dans leurs dimensions économique (rentabilité), sociale (organisation du travail, mais aussi contribution à l'emploi local et risques pour la santé) et environnementale (23 critères détaillant la pollution de l'eau et de l'air, la qualité du sol, l'économie d'eau ou la conservation de la biodiversité).

En tenant compte de l'aversion au risque des acteurs ou de l'adoption d'une innovation en fonction de critères économiques, les couplages agronomie-économie peuvent également permettre d'évaluer l'efficacité et les conséquences d'une politique publique. L'évaluation multicritères d'un système permet ainsi de s'interroger très tôt sur les éléments de contexte (politiques publiques, filières, recherches) qui permettent de faciliter l'adoption de systèmes en rupture.

Malgré des capacités prédictives parfois étonnantes, les modèles ne permettront jamais de remplacer l'expérimentation et l'observation. En effet, leur solidité et leur précision reposent sur la qualité et la quantité de données que l'on peut leur fournir en entrée. En revanche, il existe une synergie entre les résultats d'un modèle et ceux des expérimentations qui peuvent se nourrir mutuellement.

A court terme, une première réduction d'emploi des pesticides pourra se faire sans remettre en cause profondément les systèmes de production. Elle supposera l'implication de nombreux acteurs. L'étude Ecophyto R&D apporte un éclairage sur les données disponibles et les lacunes à combler progressivement. Elle identifie des leviers d'action, notamment pour améliorer le dispositif d'expérimentation et le partage des données. L'Inra propose une approche globale des systèmes de production combinant agronomie, écologie et sciences économiques et sociales. L'Institut poursuit également l'étude fine du fonctionnement des agro-systèmes et de leurs composantes, ainsi que celle de la biologie des bioagresseurs.


© Inra / Roland Bruneau

Pour combiner dans une même variété des caractères valorisant les nombreuses interactions génotype x environnement x conduite de culture, il faudra tester de multiples combinaisons et, là encore, recourir à la modélisation. Les travaux de l'Inra sur le pois d'hiver illustrent cette démarche. Des essais sur une variété « Hr » à semis précoce alimentent un modèle agronomique couplé à un modèle d'organisation du travail, modèles qui permettent de prédire le comportement de cette variété dans divers systèmes de culture, d'en déceler les limitations et de dégager ainsi de nouvelles pistes d'amélioration. La construction d'un « idéotype » se fait ainsi par une démarche en boucles de progrès successives.

+d'infos

web : Voir également les vidéos :
- Colloque du Salon international de l'agriculture 2009 : vers une agriculture à haute performance environnementale
www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/colloques/vers_une_agriculture_a_haute_performance_environnementale
- Rencontres filières végétales du SIA 2008 : vers un programme de recherches sur la production intégrée en grandes cultures : acquis et perspectives
www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/rencontres/salon_international_de_l_agriculture_2008/rencontres_filieres_vegetales_les_grandes_cultures
- Signature du Groupement d'intérêt scientifique Systèmes de production de grandes cultures à hautes performances économiques et environnementales (GC-HP2E)
www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/la_vie_de_l_inra/signature_du_gis
- Carrefours de l'innovation agronomique, Dijon 2008 : gestion des adventices en grandes cultures
www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/ciag/gestion_des_adventices_en_grandes_cultures
- Carrefours de l'innovation agronomique, Paris 2007 : protection intégrée en arboriculture et en viticulture
www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/ciag/protection_integree_en_arboriculture_et_en_viticulture

documents :
- Résultats de l'étude Ecophyto R&D, 2009 :
www.inra.fr/l_institut/etudes/ecophyto_r_d/ecophyto_r_d_resultats
- Résultats de l'expertise collective Pesticides, agriculture et environnement, 2005
www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_rapport_d_expertise

REPORTAGE

une unité

EN GUYANE

Ecofog
au cœur de la biodiversité amazonienne



GRENOUILLE VÉNÉNEUSE
Dendrobate (*Dendrobates tinctorius*). Les indiens enduisaient leurs flèches de son poison.

Avec plus de 200 espèces d'arbres par hectare, l'Amazonie compte quarante fois plus d'espèces d'arbres en moyenne qu'une forêt tempérée, et 10 % de la faune connue. Elle est, avec les forêts de l'archipel indonésien et du Bassin du Congo, l'une des trois plus grandes réserves de biodiversité mondiale. Le « bouclier forestier des Guyanes », sous-ensemble de l'Amazonie, s'étend du Brésil au Venezuela, Suriname et Guyana, couvre 90 % de la surface de la Guyane française. L'unité mixte de recherche « Ecologie des Forêts de Guyane » (Ecofog), associant AgroParisTech, le Cirad, le CNRS, l'Université des Antilles-Guyane et l'Inra, lui consacre toutes ses compétences. Les chercheurs s'attèlent à comprendre les mécanismes conduisant au maintien d'une telle diversité. Dans l'incroyable enchevêtrement de la forêt tropicale humide, l'écologie, science des interfaces entre populations et communautés, entre écosystème vivant et milieu physique, trouve un terrain d'étude hors pair. En quoi la diversité des espèces d'arbres et celle des micro-organismes influe-t-elle sur le fonctionnement de l'écosystème ? Comment les uns et les autres utilisent-ils les ressources en lumière, eau, carbone et éléments minéraux ? Peut-on modéliser ce fonctionnement écologique pour prédire les conséquences de changements climatiques et des perturbations liées aux activités humaines ?

L'espèce, une notion à revoir

Les chercheurs ont observé en particulier qu'au sein d'une même espèce d'arbre, la vitesse de croissance et la capacité photosynthétique des feuilles varient entre bas-fonds et plateaux selon les contraintes hydriques. Ivan

Scotti dirige l'équipe de génétique des populations. « *Cette discipline étudie les facteurs génétiques qui permettent les interactions d'une population avec l'environnement. Inscrites dans la théorie de l'évolution, nos recherches étudient l'adaptation des arbres forestiers à l'échelle de parcelles des massifs, des régions et jusqu'au continent, à travers un réseau de sites, « Guyafor », et d'un réseau international de collaboration. Pourquoi telle espèce se retrouve dans des milieux différents ? Quelle est sa dynamique de régénération, de dispersion des graines et du pollen ? Nous cartographions la dispersion, à grande échelle, des graines et du pollen, par phylogéographie* ». Cette nouvelle discipline vise à reconstruire l'histoire des populations à différentes échelles spatio-temporelles. Un projet panamazonien (Seedsource) a ainsi déduit de la comparaison de marqueurs nucléaires de trois espèces communes (*Carapa guianensis, Jacaranda copaia* et *Simarouba amara*) que leur colonisation des parties orientale et occidentale de l'Amazonie avait été faite de manière indépendante.

Plus les chercheurs regardent la diversité des espèces, plus ils s'interrogent sur la notion d'espèce, laquelle semble souvent s'estomper au profit d'un continuum qui conjugue variabilité intraspécifique et interspécifique. La classification de Linné prend un coup de vieux !

Un « régulateur » du climat à l'échelle de la planète

Outre sa biodiversité, la forêt tropicale humide intéresse les chercheurs d'Ecofog parce qu'elle a le pouvoir d'influer sur le climat de la planète, soit directement, à travers le cycle de l'eau, soit indirectement à travers le cycle du carbone et son rôle de gaz à effet de serre. La déforestation serait ainsi responsable de 20 % des émissions de CO_2 dans l'atmosphère. Gérer cette déforestation pourrait être une monnaie d'échange potentielle dans les négociations internationales sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre et ouvrirait la voie à une rémunération de la séquestration de CO_2 par les forêts.

Pourtant, les chercheurs connaissent encore peu la dynamique du carbone à long terme et les conséquences des activités humaines sur ce cycle. Le site Guyaflux (voir p. 29), installé en 2003 à Paracou, est l'un des rares endroits où l'on mesure les échanges entre une

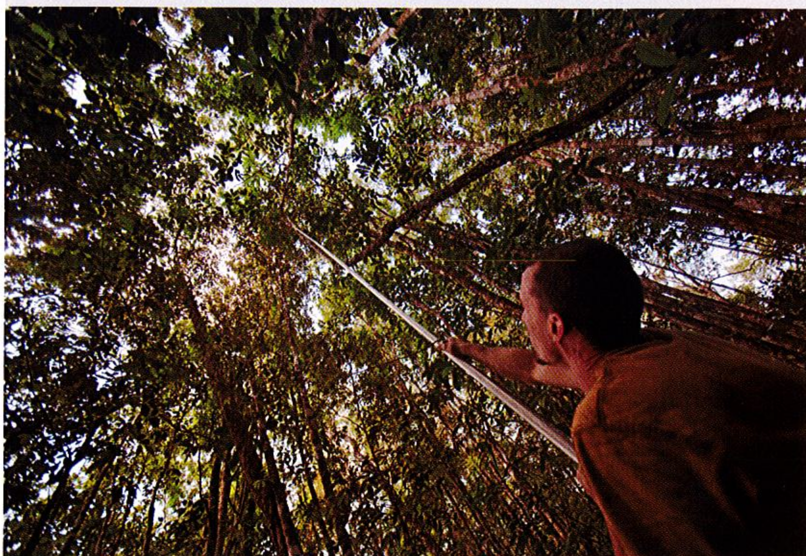


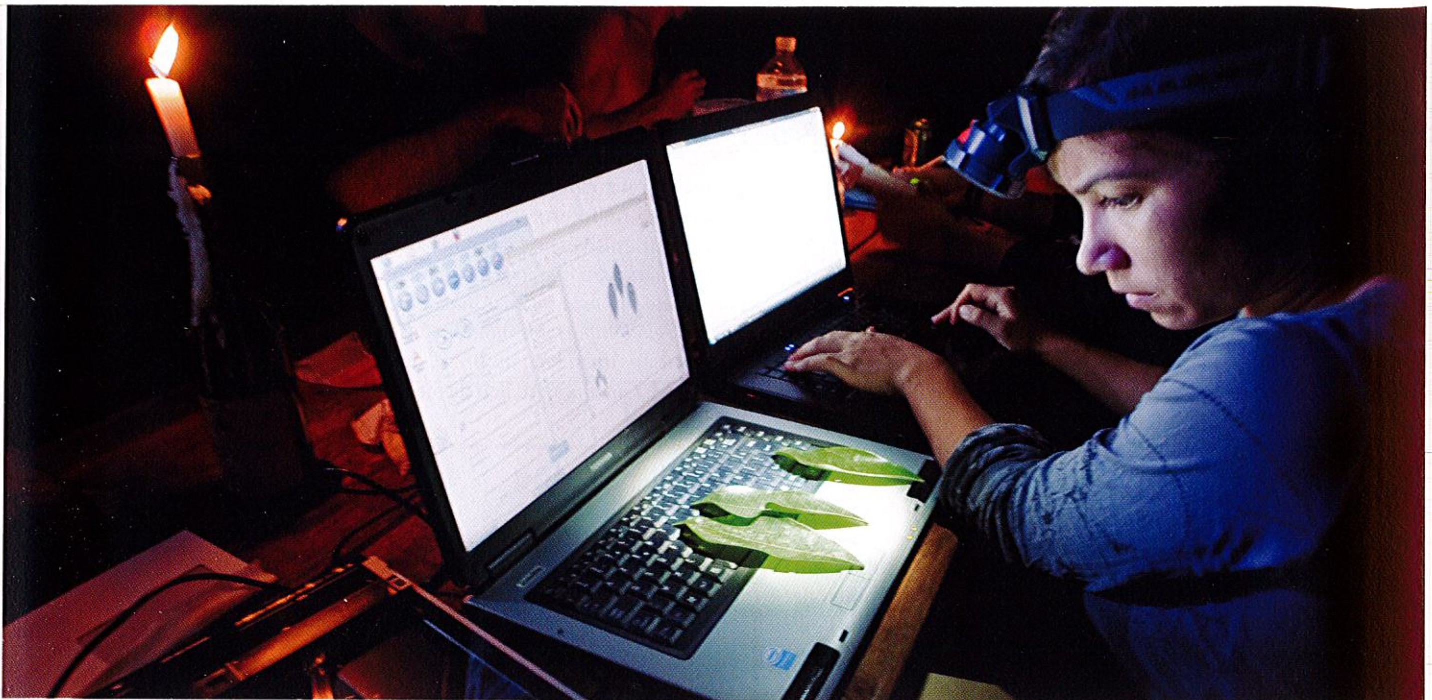
Sur le terrain pour comprendre la forêt

Rendez-vous au kilomètre 74,2 de la route qui relie Cayenne à la frontière brésilienne. Un « carbet » (cabane) sert de gîte d'étape à l'équipe de Christopher Baraloto durant sa semaine de recherche sur le terrain. Boucles blondes nouées dans un catogan, machette au ceinturon et sourire aux lèvres, Christopher Baraloto est l'un des quatre lauréats des « packages scientifiques 2009 » que l'Inra a instaurés pour attirer de jeunes chercheurs expérimentés d'envergure internationale. Ce programme lui ouvre un contrat de quatre ans assorti de moyens financiers attractifs et la possibilité d'accueillir pour trois ans un chercheur post-doctorant junior et un doctorant.

Il fait nuit noire lorsque l'équipe arrive, éreintée de sa journée passée dans la forêt à collecter des échantillons sur une soixantaine d'arbres. Toilette rapide dans le ruisseau en contrebas et repas vite pris - le comté fruité et le beaufort fermier apportés de métropole ont été appréciés - et l'équipe se met au travail.

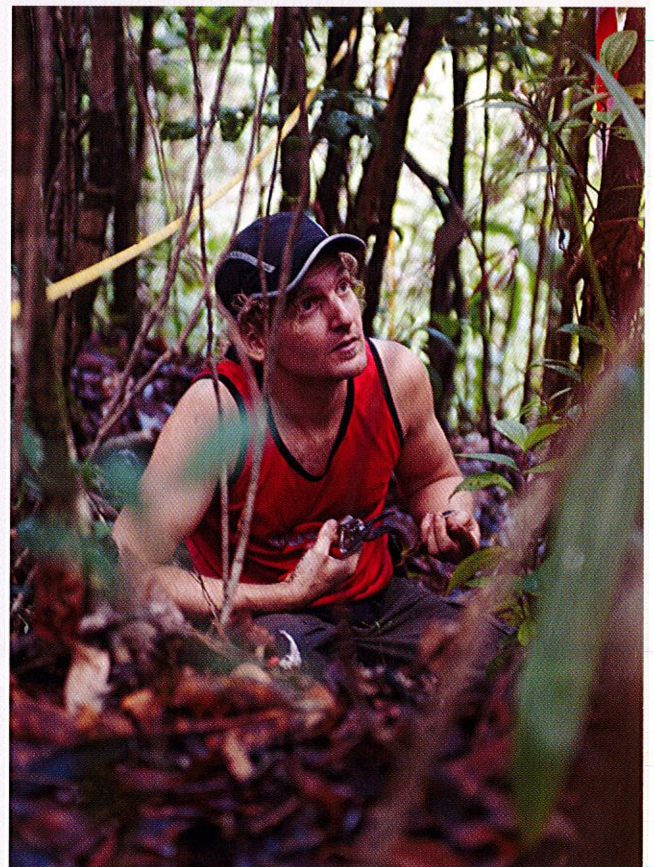
Les feuilles récoltées passent au crible : surface, épaisseur, dureté et teneur en chlorophylle sont mesurées. Les tissus des feuilles, racines et tiges sont conservés pour de futures analyses chimiques et anatomiques en laboratoire. Le cliquetis des claviers





d'ordinateurs et le ronronnement du groupe électrogène se mêlent au bourdonnement des insectes et au bavardage des crapauds. Les données mettront à jour des corrélations entre les caractéristiques de fonctionnement (traits fonctionnels) des arbres selon leur habitat. Les stratégies des diverses espèces permettront de mieux comprendre la distribution des espèces le long des gradients environnementaux et de modéliser le fonctionnement de l'écosystème. Si au sein d'un genre, ou même d'une espèce, les stratégies divergent entre habitats (bas-fonds, sols argileux, sables blancs), on pourra en déduire des adaptations face à la sécheresse ou dans la défense contre les attaques des insectes herbivores. L'équipe de terrain comprend une chercheuse, Claire Fortunel, deux doctorants, Greg Lamarre et Seth Kauppinen, un grimpeur, Benjamin Leudet, pour prélever les échantillons inaccessibles avec une gaule, ainsi que deux botanistes, Marcos Rios et Elvis Valderrama, qui viennent d'une équipe péruvienne où un dispositif semblable a été mis en place. La conversation passe indifféremment du français, à l'anglais ou à l'espagnol.
Les transects de collectes quadrillent la forêt de part et d'autre de la crête d'une colline de sables blancs. « *Ces forêts sur sables blancs s'appellent 'tiki-tiki bushi' au Suriname où l'on retrouve, à 500 km d'ici, les mêmes espèces, tandis qu'en face, sur les sols granitiques de la colline à 1 km d'ici on trouve une flore beaucoup plus diverse. Il y a seulement trois espèces en commun* » commente Chris Baraloto. Dans ce paysage somptueux, seul le passage d'un morpho (papillon d'un bleu électrique), les sauts d'une dendrobate ou une fleur « *encore jamais vue* », minuscule appendice au creux d'une branche, détournent la jeune équipe transpirante de son labeur.



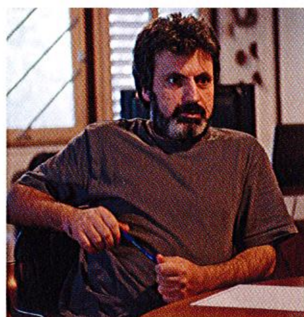


forêt tropicale humide et l'atmosphère. Au-delà des variations saisonnières, la forêt (arbres et sol) agit actuellement comme un puits de carbone.
Les chercheurs ont étudié, sur le site expérimental de Paracou, les flux de carbone dans neuf parcelles exploitées depuis 1984 selon des coupes de bois d'intensités différentes. Il ressort que toutes les parcelles agissent comme une source de carbone sur une durée de dix à douze ans après l'exploitation. Au-delà, elles captent plus de carbone qu'elles n'en émettent, et redeviennent donc un puits de carbone pour l'atmosphère. Les équipes ont extrapolé les données pour évaluer de 45 à 100 ans, selon l'intensité de l'exploitation, la durée nécessaire à la reconstitution du stock de carbone initial. Ces résultats plaident pour des techniques d'abattage à faible impact qui sont recommandées par la certification forestière. Celle-ci, conçue initialement pour lutter contre la déforestation en milieu tropical, s'est paradoxalement répandue en milieu tempéré et boréal, les forêts tropicales humides ne représentant que 4,7 % des forêts certifiées.

Ne dites plus forêt vierge !

On connaît d'ailleurs mal la dynamique forestière, après exploitation. On avait ainsi pris l'habitude de croire que la forêt amazonienne était vierge, à peine frôlée par quelques chasseurs cueilleurs. Or il semble que la réalité soit plus nuancée. Les archéologues de l'Institut national de recherche en archéologie préventive et les forestiers de l'ONF ont découvert de très nombreux sites archéologiques en forêt, démontrant une occupation ancienne et durable. En collaboration avec les archéologues, forestiers, et des collègues de l'Inra de Nancy, les chercheurs d'Ecofog essaient d'évaluer dans quelle mesure l'occupation amérindienne a modifié les sols et la biodiversité. « *Sur ces sites, on retrouve des tessons de poterie et des sols foncés, très enrichis en carbone et souvent en phosphore, caractéristiques d'implantations villageoises durables. Or ces sols sont réputés être, au Brésil, parmi les plus productifs de l'Amazonie. Par ailleurs, on sait que les amérindiens sélectionnent les arbres dont ils tirent parti pour toutes sortes d'usages On a donc toutes les raisons de penser que ces occupations anciennes ont pu modifier la distribution des espèces, soit directement, soit indirectement à travers les sols* » souligne Etienne Dambrine associé au projet et dont les travaux sur les sites gallo-romains en forêt de la Haye (près de Nancy) concluent également à une très longue « mémoire » des sites anciennement cultivés. « *Les archéologues ont démontré que la densité humaine a été importante en Amazonie et qu'il y a eu d'importants mouvements de populations aussi bien au Brésil, au Pérou, qu'en Guyane* ». Au lieu de forêt vierge, on devrait donc plutôt la qualifier de forêt « mature ». L'empreinte de l'homme, même si elle remonte aux civilisations préindustrielles, voire néolithiques, est donc toujours visible, raison de plus pour être attentif, aujourd'hui, aux activités humaines (orpaillage, sylviculture, agriculture…) dont les conséquences devraient aussi marquer le très long terme.

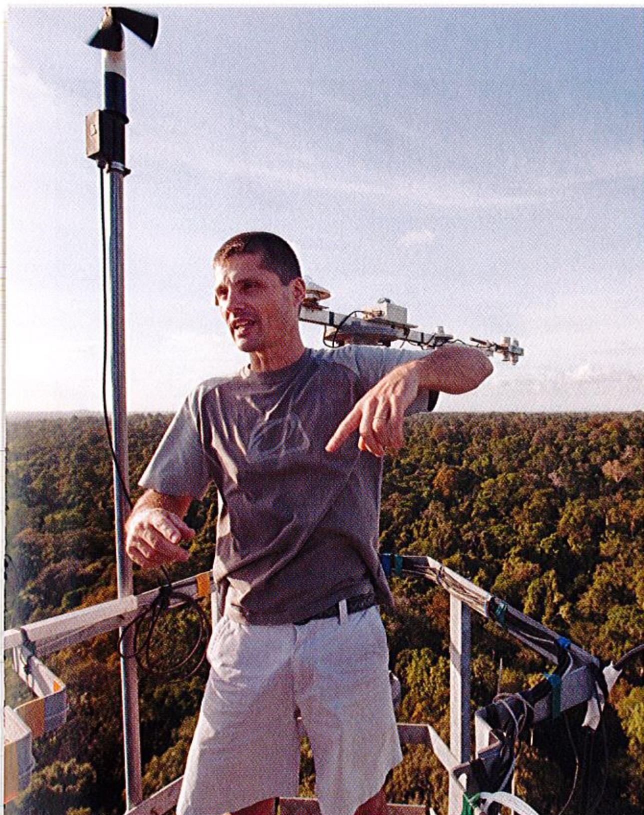
L'unité Ecofog



Eric Marcon, *le directeur d'Ecofog est ingénieur forestier. Spécialiste d'informatique, il s'est orienté vers la statistique spatiale.*

L'unité mixte de recherche (UMR) Ecologie des forêts de Guyane, Ecofog, compte 25 chercheurs ou enseignants chercheurs, une dizaine de post-doctorants et une trentaine de thésards. Créée en 2001, elle associe l'Inra, AgroParisTech, le Cirad, le CNRS et l'université Antilles-Guyane. Deux équipes de recherche travaillent en écologie forestière, des populations d'une part, et des communautés, d'autre part. La troisième équipe rassemble des chercheurs en physique, chimie et mécanique dans l'optique de valoriser les matériaux et substances naturelles du milieu amazonien et d'étudier les fonctions liées à ces disciplines : écologie chimique, biomécanique, biodégradation. Les recherches sont financées principalement par des fonds européens, l'Agence nationale pour la recherche (ANR) et le programme interdisciplinaire Amazonie du CNRS, outre les dotations globales et les salaires pris en charge par chaque tutelle. Le Cirad et l'Inra se sont implantés en Guyane dans les années 1970. Au début 1990, ils se sont rapprochés de l'Engref pour constituer, avec l'Office national des forêts, l'Office de la faune sauvage et d'autres partenaires, un Groupement d'intérêt scientifique. Ce GIS Silvolab recentre les recherches sur la préservation de l'écosystème forestier.
Les stations expérimentales d'élevage et d'aquaculture de l'Inra sont alors cédées à la chambre d'agriculture, le Cirad gardant un volet plantations et ressources génétiques en dehors du regroupement. Quelques années plus tard, Meriem Fournier, en poste pour l'Engref (devenu AgroParisTech) pousse à la création d'une unité mixte de recherche et sera la première directrice d'Ecofog. Le CNRS rejoint un peu plus tard l'UMR, suivi par l'université des Antilles et de la Guyane basée à Cayenne, en 2006, renforçant l'axe valorisation des matériaux et molécules.
Le pôle AgroParisTech d'Ecofog anime au sein de l'UMR une importante composante formation au travers du module « forêts tropicales humides » qui accueille à Kourou, depuis 1994, une quarantaine d'étudiants de métropole en master, thèse ou formation professionnelle. Pendant quatre semaines, ils alternent cours et travaux de terrain en forêt. Un parcours de master 2 ouvrira en septembre 2010.





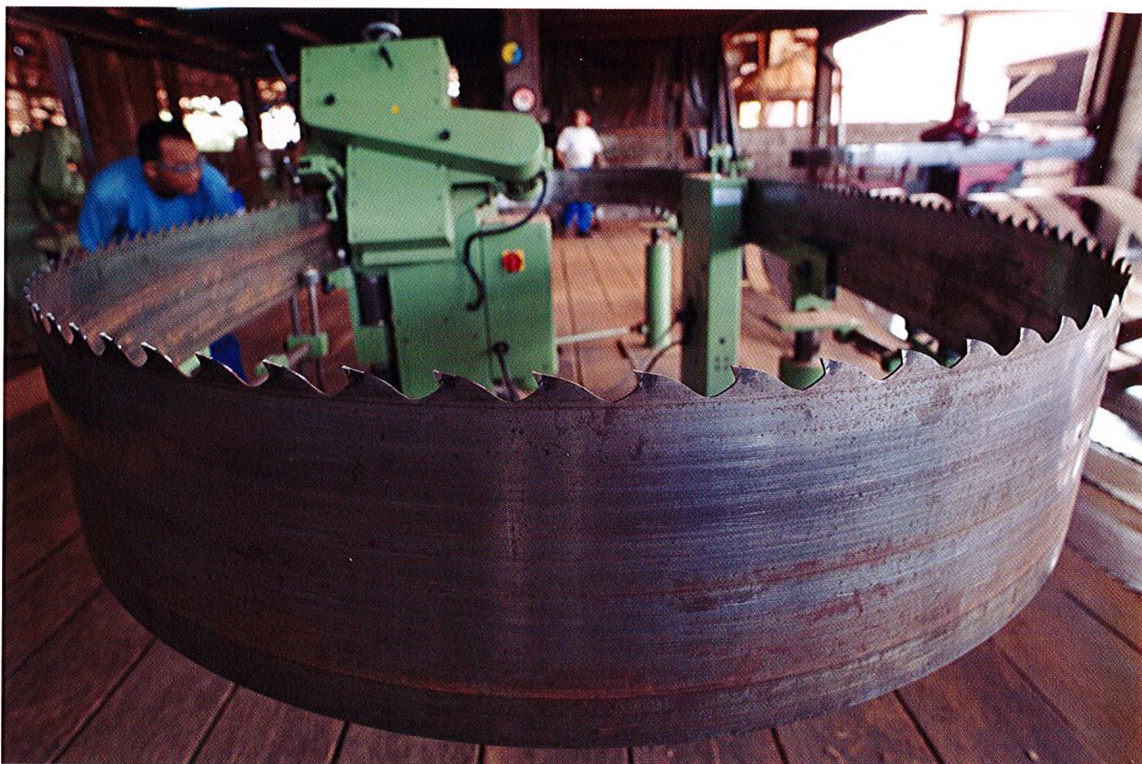


Guyaflux : à l'écoute de la respiration des arbres

L'Inra a installé en 2003, sur le site de Paracou, une tour à flux. Avec des airs de pylône électrique, elle domine la canopée, à 55 m au-dessus du sol. « Guyaflux » enregistre en continu les données micro-climatiques et les turbulences. Pendant 4 ans, Damien



Bonal, son pilote scientifique, a grimpé à l'échelle un bon millier de fois pour vérifier le matériel, mais aussi pour la vue extraordinaire, cadeau offert aux officiels et visiteurs scientifiques qui viennent en Guyane... Les résultats montrent que le bilan de carbone dans l'empreinte des flux est négatif, c'est-à-dire que les flux de photosynthèse sont plus forts que ceux de respiration, et l'écosystème stocke du carbone : entre 1,0 et 1,5 tonnes de carbone par hectare et par an.
La forêt guyanaise est donc un puits de carbone, comme vraisemblablement l'ensemble des forêts non perturbées en Amazonie. Mais l'origine de ce bilan reste encore méconnue. Les expérimentations sur parcelles montrent une augmentation de la biomasse aérienne (troncs, branches et feuilles) depuis 20 ans. Pourtant, la forêt considérée comme mature, ne devrait plus croître en biomasse.
Le concept de « forêt mature » est donc questionné par de nombreux scientifiques.
Une hypothèse explique cette augmentation par une disponibilité accrue des ressources, principalement le CO_2, résultant des activités humaines.
D'ores et déjà, les scientifiques ont observé que pendant la saison des pluies, quand le rayonnement solaire est plus faible, la photosynthèse ralentit, tandis que l'activité microbienne du sol et la respiration des arbres restent fortes. La forêt rejette alors du CO_2 dans l'atmosphère.
Au basculement des saisons, le rayonnement solaire active la photosynthèse, et l'écosystème se comporte alors comme un fort puits de carbone. Enfin, quand la saison sèche devient très marquée, le manque d'eau ralentit davantage la respiration que la photosynthèse, la forêt reste un puits de carbone.
Les données produites par le programme Guyaflux ont été intégrées dans plusieurs méta-analyses internationales.
Il s'agit d'évaluer si les relations entre variables climatiques et fonctionnement de l'écosystème sont identiques entre les écosystèmes forestiers boréaux, tempérés, ou tropicaux.
Les données pourraient donc être intégrées dans des modèles de changements globaux.



UNE SCIERIE entre Kourou et Paracou. Développer une filière bois durable et créatrice d'emplois est une priorité dans la région.

Les scientifiques ne se lassent pas d'observer les mutualismes qui se tissent entre certaines fourmis, insectes pollinisateurs, microorganismes et les arbres. Parmi les interactions plantes-insectes, les liens complexes noués entre des fourmis arboricoles et des arbres de Guyane intéressent particulièrement les scientifiques CNRS d'Ecofog.

Fourmis mutualistes

Certains arbres ou plantes à tiges fournissent un logement aux fourmis sous la forme de poches situées à la base des feuilles ou de galeries sous l'écorce. En contrepartie, les fourmis protègent leur plante-hôte contre les insectes herbivores, lesquels peuvent d'ailleurs appartenir à d'autres familles de fourmis ! Le collectif mutualiste peut aussi s'élargir à d'autres partenaires, comme des guêpes par exemple qui trouvent abri dans l'arbre, sont protégées de maladies fongiques par les fourmis et les protègent en retour d'autres prédateurs (mammifères, oiseaux…). L'importance de ces interactions entre communautés, parfois négligée dans les théories de la biodiversité, apparaît centrale dans le fonctionnement de l'écosystème amazonien. Les chercheurs décryptent la composition et la structure plus ou moins « emboîtée » de ces réseaux pour en comprendre, *in fine*, leurs rôles dans le maintien de la biodiversité.

La chimie des molécules et la physique des matériaux est la troisième dimension de l'unité de recherche Ecofog. L'objectif est de s'inspirer des propriétés des substances naturelles pour traiter des maladies ou pour remplir des fonctions que l'on recherche. « *Notre démarche 'bioinspirée' consiste à regarder les mécanismes de défense du bois contre les champignons lignivores pour imaginer des défenses de la peau contre des infections fongiques. L'analogie pourrait déboucher sur des traitements thérapeutiques.* » explique Emeline Houël, l'une des ingénieures de l'équipe.

D'autres travaux cherchent à imaginer de nouvelles méthodes pour différencier les espèces d'arbres selon leur « empreinte chimique », ce qui pourrait faciliter le travail des forestiers.

La forêt aux racines du développement local

Bernard Thibaut, précédent directeur de l'unité, est sensible aux sources de valorisation qui pourraient favoriser un développement local. « *Un enjeu est d'ancrer les recherches d'Ecofog au service de la Guyane. La quasi-totalité de la population locale vit en dehors de la forêt et ne s'en nourrit pas. Les débats actuels sur le stockage du carbone par la forêt pourraient déboucher sur un revenu lié à la conservation de l'écosystème. C'est l'occasion de développer une filière forêt-bois créatrice d'emplois dans une région où cela devient la priorité des priorités.* »

Enjeu que Richard Pasquis, géographe au Cirad, confirme. « *Aujourd'hui, la problématique centrale de la Guyane c'est sa croissance démographique, l'une des plus élevées au monde, 3,7 % par an dont une bonne partie est due à l'immigration venant du Suriname et du Brésil. La recherche peut être utile pour comprendre les dynamiques de populations et leur impact sur les modes d'occupation de l'espace et de gestion des ressources naturelles, notamment dans la frange entre la forêt et le littoral, là où les activités agricoles et sylvicoles, et la croissance urbaine sont les plus fortes. Lorsque l'on déforeste, l'essentiel du bois pourrit sur place ou part en fumée. Rationaliser ce coût d'entrée agricole et se pencher sur la planification de l'exploitation forestière pourraient fonder une stratégie gagnant-gagnant entre l'agriculture et la forêt. En Amazonie brésilienne, c'est le marché agricole qui rythme la déforestation. Ici, un autre modèle de développement qui valorise les potentiels naturel et humain est encore possible.* » ●

Catherine Donnars
Reportage photos : Christophe Maître

+d'infos

web :
Site de l'UMR : www.ecofog.gf/fr
Conférence internationale nov. 2009 : la science au service de la gestion des forêts tropicales humides : www.inra.fr/efpa/internet/Conference_Cayenne/AnnonceConference-version4-05-09-vf.pdf

vidéos :
www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/cayenne_2009_la_science_au_service_de_la_gestion_des_foret_tropicales_humides

RÉFÉRENCES GÉOGRAPHIE THÉMATIQUE

BAZILE BESSON BUREAU CHAPUIS CHARVET DELFOSSE DUQUENOY DURBIANO GRIFFON HUNEAU LANDY LEMARCHAND MARIE MAZOYER PADILLA PLET REBOUD ROUDART STECK VERGER et al.

Nourrir les hommes

Un dictionnaire



Atlande

Les mots de la faim

NOURRIR LES HOMMES
UN DICTIONNAIRE
Collectif
ÉDITIONS ATLANDE, COLLECTION RÉFÉRENCES, 2009, 768 PAGES, 25 €.

On oublie trop souvent que s'alimenter est la première préoccupation quotidienne de beaucoup d'hommes, qu'ils soient citadins ou ruraux. Ce dictionnaire vient à point nommé pour nous éclairer sur cette question essentielle. Jean-Christophe Bureau, Professeur à AgroParisTech et chercheur à l'UMR-Inra Economie publique, en est l'un des nombreux contributeurs, il nous commente l'ouvrage.

Pourquoi un ouvrage sous la forme d'un dictionnaire ?
Jean-Christophe Bureau : C'est un ouvrage original qui peut être lu de « abattoirs » à « zoonoses » ou picoré par article, au fil des questionnements. C comme « café », « carence » ou « consumérisme », S comme « sans-terre », « semences » ou « Sen Amartya », prix Nobel d'économie ayant travaillé sur les famines. On trouvera des articles sur les principales cultures mondiales, leur commerce, des organisations internationales ou des entreprises, des personnalités, des concepts, ainsi que sur les grandes entités géographiques de la planète. Des cultures secondaires ou des pratiques marchandes ne sont pas oubliées quand elles sont essentielles pour certains pays comme les épices, base d'échanges emblématiques.

Ce fut une entreprise colossale ?
J.-C. B. : Pour obtenir plus de cinq cents entrées qui balayent l'état des connaissances et envisager des perspectives sur ce sujet complexe mais encore méconnu dans sa réalité, il a fallu réunir une quarantaine d'auteurs issus de disciplines variées (géographes, économistes, historiens, agronomes...). Sans oublier un éditeur passionné.

La diversité des auteurs de ce dictionnaire est sa richesse, comment avez-vous pu gérer les points de vue, voire les contradictions, sur les visions du monde des différents spécialistes ?
J.-C. B. : Certaines entrées renvoient à des textes longs permettant une synthèse assez complète sur un sujet important ; ils sont, pour la plupart, élaborés par un chercheur dont c'est le thème de travail. D'autres sont plus brefs. La multiplicité des approches, la densité des textes et la précision de la documentation chiffrée procurent des sources d'informations utiles pour enrichir une réflexion trop souvent rapide et entachée de biais ou de partis pris. Les articles sont autant de clés pour comprendre la mondialisation de l'alimentation, éclairer les crises ou rappeler que se nourrir n'est pas si simple sur la planète. D'ailleurs, « crises » et « mondialisation » sont deux mots absents des entrées de ce dictionnaire... tant ils sont présents au fil des textes.

A qui s'adresse-t-il ?
J.-C. B. : Il intéressera des étudiants, des lycéens, des enseignants, des journalistes qui recherchent des références, ou toute personne se posant ces questions : quels enjeux ? Quelles analyses ? Quels points de vue ? Quels moyens mettre en œuvre ? « Nourrir les hommes » est un véritable défi pour le XXIe siècle. Car, malgré l'augmentation régulière des rendements agricoles et des surfaces cultivées sur la planète, il y a toujours un milliard d'individus qui ont faim, d'autres sont mal nourris, et certains vivent dans une pléthore alimentaire dommageable à la santé. Enfin, des populations tombent dans la précarité, y compris dans des pays qui se croyaient à l'abri.

Propos recueillis par Brigitte Cauvin

en bref

Le potager familial méditerranéen

Charles-Marie Messiaen, Fabienne Messiaen-Pagotto

Voilà un guide très complet pour créer son potager en climat méditerranéen, agrémenté de dessins de l'auteur et d'anecdotes. On y trouve des recommandations générales sur la fertilisation, l'arrosage, la lutte contre les maladies dans un juste milieu entre le « tout chimique » et le « 100 % biologique ». Les plus passionnés apprécieront la description de la culture de cinquante plantes maraîchères et aromatiques.

Éditions Quæ, collection Guide pratique, déc. 2009, 192 p., 29 €.

L'élevage, richesse des pauvres

Guillaume Duteurtre, Bernard Faye (Coord.)

L'animal d'élevage a un rôle central dans la vie économique et sociale des paysans du monde. Au-delà de l'alimentation de la famille, il remplit plusieurs fonctions essentielles : revenu monétaire, patrimoine, projet d'équipement, vie communautaire... L'approche pluridisciplinaire de ces systèmes complexes est présentée à travers une quinzaine de cas, choisis dans des populations de pasteurs et d'agro-éleveurs parmi les plus pauvres de la planète.

Éditions Quæ, collection Update Sciences & Technologies, déc. 2009, 288 p., 40 €.

Le campagnol terrestre
Prévention et contrôle des populations

Pierre Delattre, Patrick Giraudoux (Coord.)

Comment lutter contre les attaques de campagnols qui causent des dégâts dans les régions d'élevage ? S'appuyant sur plusieurs plans d'action menés entre 1992 et 2007, cette étude se concentre sur les processus de pullulation et les pistes de recherche de solutions alternatives à la lutte chimique. Un ouvrage très complet destiné aux professionnels de l'agriculture et de l'environnement, gestionnaires des milieux, chercheurs, enseignants et étudiants.

Éditions Quæ, collection Savoir-faire, nov. 2009, 304 p., 38 €

LES INVASIONS BIOLOGIQUES, UNE QUESTION DE NATURES ET DE SOCIÉTÉS

Martine Atramentowicz, Robert Barbault (coord.)

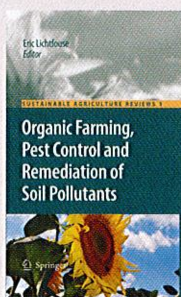
ÉDITIONS QUAE, COLLECTION SYNTHÈSES, 2010, 208 P., 29 €

Algue verte des Caraïbes, frelon chinois, chrysomèle du maïs américain… l'Homme joue un rôle majeur dans le phénomène des invasions biologiques, mettant en contact des espèces appartenant à des entités biogéographiques de plus en plus éloignées. Il revient à la société d'en gérer les conséquences. Comment prévenir les invasions biologiques ? Comment évaluer le risque qu'elles représentent ? Que peut-on faire pour lutter contre les invasions en cours ? Sensibilisé à cette problématique, le ministère chargé de l'Ecologie a sollicité une communauté de chercheurs, issus de disciplines variées, afin d'appréhender ces questions selon des approches biologiques, sociologiques et économiques. Il n'y a pas de réponse unique à ces problèmes mais cet ouvrage apporte des avancées indéniables dans la compréhension des mécanismes qui sous-tendent ces invasions et cela permet d'éclairer les décisions qui seront à prendre par les gestionnaires de l'environnement. Les scientifiques, enseignants et étudiants y trouveront également des résultats et réflexions qui enrichiront leurs connaissances.

ORGANIC FARMING, PEST CONTROL AND REMEDIATION OF SOIL POLLUTANTS (1)

Ed. : E. Lichtfouse

EDITIONS SPRINGER, OUVRAGE EN ANGLAIS, 2010, 418 P., 158,20 €



Ce premier livre de la série « Sustainable agriculture reviews », regroupe les contributions de 43 auteurs venus de quinze pays. La série donne l'état de la science sur l'agriculture durable. A noter une introduction sur les perspectives historique et géographique des failles des agricultures contemporaines ; notamment avec deux textes de Rattan Lal, directeur du centre de séquestration du carbone de l'université de l'Ohio, des articles sur le sol, fragile et malmené sur la planète, et sur l'utilisation de technologies sans discernement. Plusieurs sections sont consacrées à la gestion durable du sol ; l'agriculture biologique, le coton transgénique et la pollution par les métaux lourds. Dans cette même série, on trouve également : Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial Microorganisms (2), Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science (3) Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming (4 à paraître).

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES TECHNIQUES CULTURALES SANS LABOUR EN FRANCE - État des connaissances

Arvalis - Institut du végétal et partenaires

ARVALIS ÉDITIONS, 2009, 40 P., 15 €



La nécessité de réduire les charges de mécanisation incite beaucoup d'agriculteurs à se tourner vers les techniques sans labour. Cet ouvrage propose une synthèse d'études réalisées, sous l'égide de l'Ademe, par Arvalis et ses partenaires (Chambres d'agriculture, Area, ITB, Cetiom, IFVV, Inra). Il fait le point de l'état des connaissances scientifiques sur le sujet. Il montre par exemple que son intérêt environnemental, aspect mis en avant, dépend beaucoup des conditions du sol ou de la rotation des cultures.

Utilisation des bois de Guyane pour la construction

Michel Vernay, Sylvie Mouras

Ce guide pour les professionnels de la construction en bois comporte soixante-six fiches techniques pour autant d'éléments de construction, chacune présentant les essences qui conviennent le mieux et les exigences des toutes dernières normes. Un outil d'aide à la décision pour l'emploi du bois de Guyane, avec la description de vingt essences ainsi que des préconisations pour une « construction durable » complète l'ensemble.

Éditions Quæ, collection Guide pratique, nov. 2009, 160 p., 35 €

Le temps des Syal

Techniques, vivres et territoires

José Muchnik, Christine de Sainte Marie

De la vache d'Aubrac aux fromages corses en passant par le safran du Quercy : cet ouvrage sur les systèmes agro-alimentaires localisés (Syal) aborde de manière originale les relations entre changement technique, ancrage territorial et production durable.
On trouvera dans ce livre des réflexions méthodologiques et des idées de démarches possibles pour aider les acteurs à tisser des liens plus étroits entre agriculture et terroirs.

Éditions Quæ, Update Sciences & Technologies, janv. 2010, 324 p., 37 €

Transitions vers l'agriculture biologique

Pratiques et accompagnements pour des systèmes innovants

Stéphane Bellon, Claire Lamine (Coord.)

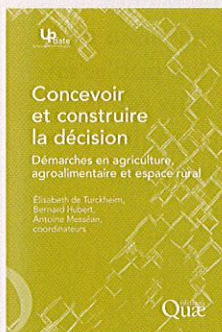
Cet ouvrage propose des éléments d'analyse et des voies d'innovation dans différents systèmes de culture, pour la formation et l'accompagnement. C'est un guide d'appui scientifique et concret pour ceux qui s'orientent vers des systèmes agri-alimentaires plus écologiques et qui se complète d'une réflexion sur le devenir de l'agriculture.

Co-éditions Quæ-Educagri, collection Science en partage, déc. 2009, 316 p., 29 €

éditions Quæ

www.quae.com

c/o
Inra - RD 10 -
F-78026
Versailles
Cedex



CONCEVOIR ET CONSTRUIRE LA DÉCISION

Démarches en agriculture, agroalimentaire et espace rural

Elisabeth de Turckheim, Bernard Hubert, Antoine Messéan (coord.)

ÉDITIONS QUAE, COLLECTION UPDATE SCIENCES & TECHNOLOGIES, 2009, 360 P., 45 €

Comment la recherche agronomique peut aider à la décision ? Comment articuler la production de connaissances scientifiques et une démarche d'intervention ? Comment combiner enjeux de recherche et perspective d'action pratique ? Cet ouvrage illustre à quel point tout processus de décision relève d'une activité de conception, d'aller-retour entre modèle théorique et expérience de terrain. Des études de cas sont présentées autour de domaines tels que la pollution des eaux par les herbicides, l'utilisation raisonnée de traitements phytosanitaires, l'alimentation d'un troupeau, la gestion du pâturage, la gestion de populations d'espèces envahissantes ou menacées... Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui souhaitent approfondir leur réflexion sur les démarches de conception, enrichir leurs méthodes pour construire des outils utilisables et éclairer leurs modes d'implication dans l'action collective.

COUP DE CHAUD SUR L'AGRICULTURE

Bernard Seguin

ÉDITIONS DELACHAUX ET NIESTLÉ, COLLECTION CHANGER D'ÈRE, 2010, 224 P., 19 €



Le changement climatique, en cause dans le déséquilibre des écosystèmes et du développement du vivant, participe à la modification de la carte agricole mondiale. A la fin du XXIe siècle, verra-t-on des champs de maïs en Laponie ou des vendanges au nord du Danemark ? Les terroirs seront-ils menacés ? Quels bouleversements interviendront dans les aires de production et qu'en sera-t-il de l'accès à la nourriture de neuf milliards d'Hommes ? L'auteur, membre du Giec et chercheur à l'Inra, explore les projections actuelles et leurs incidences sur l'agriculture, donnant une information nuancée et accessible pour que chacun puisse aborder cet enjeu majeur du changement climatique.



PENSER LE COMPORTEMENT ANIMAL

Contribution à une critique du réductionnisme

Direction : Florence Burgat

ÉDITIONS QUAE - MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME, COLLECTION NATURES SOCIALES, FÉVRIER 2010, 416 P., 34 €

Le comportement d'un animal forme un flux continu et spontané qu'une étude segmentée détruit nécessairement. Pourtant, ce sont bien de brèves séquences comportementales isolées au laboratoire que l'on choisit d'étudier. Mais a-t-on encore affaire à un comportement ? Ne l'a-t-on pas ainsi réduit à l'un des éléments qui le composent : les mécanismes physiologiques, le programme génétique, les opérations cognitives, etc. ? À l'opposé de cette perspective réductionniste, le comportement est compris par les approches phénoménologiques comme l'expression d'une liberté, une relation dialectique avec le milieu. Celles-ci imposent du même coup des conditions d'observation en milieu naturel. Comment, dès lors, élaborer une éthologie plus juste, tant du point de vue de la compréhension du comportement que de celui des besoins, au sens large, des animaux placés sous la domination de l'homme ?

Réinventer la communication scientifique


© DR

Essayiste, rédacteur en chef de la revue Research.eu et responsable de l'Unité Communication de la Direction générale de la Recherche à la Commission européenne, Michel Claessens, 52 ans, est un spécialiste de la communication scientifique. Il a publié en 2009 un livre sur la question aux éditions Quae et il anime le réseau international sur la communication publique de la science et de la technologie.

Inra Magazine est caractéristique de ces nouveaux supports : ni revue à comité de lecture, ni organe de presse. Quelle est votre vision de ces nouveaux médias scientifiques ?

Michel Claessens : Vous avez une publication de qualité. On vous sent néanmoins entre deux eaux. Vous adressez-vous seulement au personnel de l'Inra ou abordez-vous des questions de science et société ? La même question s'est posée avec le magazine dont je suis le rédacteur en chef, Research.eu, anciennement RDT Info. Nous avons pris un virage. Au début il ne s'adressait qu'aux bénéficiaires des crédits de recherche européens, maintenant c'est un outil au service du dialogue entre science et société. Il est réalisé par des journalistes professionnels en toute indépendance. Le choix des sujets n'est évidemment pas anodin mais la liberté des journalistes est totalement respectée. Les articles d'Inra Magazine intéressent un public bien plus large que les agents de l'Institut. Et ce virage vers la société pourrait être amorcé car il y a une demande très forte de l'extérieur. En communication scientifique, il faut être modeste et ambitieux. Ambitieux car on peut mieux faire et on doit mieux faire. Modeste car il faut savoir que tout ne peut pas se résoudre par des simples questions de communication. Arrêtons de penser que si le public rejette les OGM c'est parce qu'il se sent sous-informé. C'est trop simpliste. Il faut dépasser le stade de l'information pure, à l'ancienne, illustrée par le modèle du déficit.

Qu'est-ce que ce modèle du déficit ?

M. C. : Le « modèle du déficit » a eu le vent en poupe dans les années 1980. Il part du principe qu'il existe un

manque de culture scientifique quasi généralisé et a consacré l'idée de construire une « écluse de la culture », étant donné l'importante dénivellation qui existe entre les connaissances scientifiques des « savants » et celles des « ignorants » (le public) et qui justifie l'aménagement d'un écoulement des premiers vers les seconds. En réalité, les bases scientifiques de ce déficit sont contestables. Plusieurs auteurs ont estimé qu'à peine 10 % environ de la population peuvent être considérés comme scientifiquement cultivés. Toutefois, ces études offrent peu de points de référence. Comment concilier, en effet, l'affirmation selon laquelle le public est un ignorant ès sciences quand on manque d'informations sur ses connaissances en arts ou en histoire ? En quoi la science est-elle le parent pauvre de la culture de l'honnête homme ? Toujours est-il que, plusieurs années durant, la communauté scientifique s'est imposé d'organiser la transmission des connaissances de l'autorité scientifique vers le grand public. L'objectif était de faciliter, le passage du courant entre la science (l'amont) et le public (l'aval).

Pour vous, il n'y a donc pas un manque de communication scientifique qui implique un dialogue entre deux parties, mais plutôt un excès d'information scientifique ?

M. C. : Je ne dirais pas nécessairement un excès d'information. Le message que je développe dans le livre est effectivement un manque de communication, un manque de prise en compte des soucis, des questions que se pose le public. L'inventaire des sites internet des grandes universités et organismes de recherche sont consacrés à des missions d'information mais très peu offrent des possibilités de communication avec leurs visiteurs. On l'a vu notamment lors de la naissance de Dolly ou aujourd'hui autour des nanotechnologies, il y a un manque de communication : le public découvre la réalité de ces choses-là lors de leur médiatisation alors qu'elles sont en préparation dans les laboratoires depuis des années. Cela se comprend quand on sait comment se pratique l'information dans le domaine scientifique avec le système des publications qui consacrent des recherches terminées. Cette tendance ne fait que se renforcer avec l'intervention de plus en plus importante des partenaires privés. L'argent, les processus de brevet à protéger sont autant de freins à la communication de la recherche en cours. Mais ce manque de communication donne le sentiment, à tort ou à raison, d'une communauté scientifique dans une tour d'ivoire, fonctionnant en circuit fermé.

Pourtant les scientifiques communiquent beaucoup…

M. C. : Ça fait même partie de leur travail ! Ils communiquent beaucoup avec leurs pairs, ils recherchent aussi l'attention des médias avec des intentions un peu naïves parfois. Les scientifiques ont tendance à considérer les journalistes comme des porte-paroles. Pour eux le journaliste idéal est celui qui reproduit mot pour mot leur déclaration. Les chercheurs pensent que le contrôle strict de l'information qu'ils distillent est indispensable ; ce qui ne conduit pas à de bonnes relations avec le grand public ni avec la presse.
D'une façon générale chez les chercheurs, il n'y a pas une reconnaissance du travail et de la méthode de traitement de l'information des journalistes. C'est dommage car c'est un autre accès au savoir avec une autre façon de présenter le savoir et un souci de contextualiser les recherches qui n'est jamais fait dans les publications des revues à comité de lecture. C'est un travail différent mais tout aussi valable.

Dans votre livre vous appelez de vos vœux des conférences citoyennes pour mettre en débat les avancées scientifiques. Le débat public sur les nanotechnologies a rassemblé de nombreuses personnes. Est-ce pour vous la bonne méthode ?

M. C. : C'est *une* bonne méthode oui. A condition que ces débats soient suivis d'une action politique. C'est là le principal défaut, à l'échelle de la France. Les précédentes initiatives n'ont pas été suivies de décision politique. J'ai bien conscience que les politiques voient dans ces conférences une sorte de concurrence mais, en fait, il s'agit juste d'éclairer le sujet d'une manière tout à fait intéressante et instructive.

La multiplication des moyens de s'informer semble conduire à une méfiance croissante de l'opinion publique sur des questions scientifiques (OGM, pesticides, vaccination) qui peut s'illustrer par l'inscription du principe de précaution dans la constitution. Est-ce la preuve d'un échec de l'information scientifique ?

M. C. : Les sujets controversés comme les OGM sont mobilisés par les activistes dans les débats. Il y a une voix insuffisante de la communauté scientifique et des experts dont on doit reconnaître qu'ils ne partagent pas tous les mêmes vues. C'est un travail d'éducation à effectuer car cette notion d'expertise plurielle apparaît encore nouvelle pour le public. Il découvre les divergences de points de vue des experts lors des crises : on pénètre alors au cœur même de la méthode scientifique faite d'hypothèses et de tâtonnements. Mais lors d'une crise on voudrait entendre une réponse unique, validée par une science pourvoyeuse de solution. C'est la limite du modèle linéaire, on ne conçoit plus la recherche comme un questionnement du monde désintéressé mais comme un moyen de réponse. Les scientifiques jouent d'ailleurs sur cette image pour obtenir des crédits. Il y a bien des ambiguïtés dans l'expression de la communauté scientifique ! Quand au principe de précaution, pour moi il a une qualité essentielle, il porte sur la place publique des controverses et des incertitudes. ●

Propos recueillis par Antoine Besse

+d'infos

Science et Communication : pour le meilleur ou pour le pire, Éditions Quae

AGENDA

27 fév/7 mars
PARIS

Le Salon international de l'agriculture
Le stand de l'Inra a pour thème la gestion de la biodiversité des espaces cultivés. Le colloque institutionnel du 2 mars traite de la « Compétitivité et environnement : le défi agricole, un rôle pour la PAC ». Des rencontres professionnelles ont lieu également chaque jour sur le stand.

23/24 mars
DIJON

Ve Congrès International Goût-Nutrition-Santé
L'Inra participe au comité scientifique et aux communications orales de ce congrès organisé par le pôle de compétitivité Vitagora. Le thème central choisi pour cette cinquième édition est « aliments, nutriments et bien-être ».
WWW.gout-nutrition-sante.com

25 mars
LE MANS

Nouveaux outils d'aide à la décision au service de la production avicole
Cette journée de la World's Poultry Science Association, organisée en alternance avec les Journées de la Recherche Avicole, fait le tour des outils d'optimisation disponibles pour les différentes étapes de la filière avicole. L'analyse des matières premières des rations alimentaires, la qualité des souches animales utilisées, les outils de management ainsi que les bonnes conditions d'élevage sont à l'ordre du jour pour produire des animaux sains et de qualité.
http://wpsa.fr/les_jeudis/programme.html

28/31 mars
MONTPELLIER

Conférence mondiale sur la recherche agricole pour le développement
L'Inra sera présent lors de cet évènement organisé par le global forum on agricultural research (GFAR) et Agropolis International. La conférence regroupera 600 participants issus d'une centaine de pays du Nord et du Sud. Elle permettra de discuter et d'articuler les stratégies de programmation de la recherche agricole pour le développement.
WWW.egfar.org/egfar/website/gcard

11/14 avril
TOULOUSE

Biocatalyse pour les industries des aliments et des boissons
C'est la quatrième conférence sur ce sujet, organisée par l'INSA-Université de Toulouse, avec la Section européenne de biocatalyse appliquée (ESAB), la Fédération européenne de biotechnologie (EFB) et l'Inra. Elle explore le thème de l'innovation dans les procédés pour les industries, les biocatalyseurs et les ingrédients.
https://colloque.inra.fr/bfdi

6 mai
GRIGNON

Colloque « Grandes cultures économes en pesticides »
Cette nouvelle édition des Carrefours de l'innovation agronomique aborde les façons de repenser la diminution du recours aux pesticides, avec une mise en œuvre concrète d'une protection intégrée.
WWW.inra.fr/ciag

